# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. II. 1. Juni 1904. Redaktionsschluss für No. 12 am 1. Juni 1904. 5. Jahrgang.


## INHALT.

(R. = Referat, B. = Besprechung.)


Seite

**Arrhenius, S. A.**, Lehrbuch der kosmischen Physik. (B.) 308
Atmosphäre: Einige Beobachtungen über das elektrische Verhalten der — am Meer, v. A. Löwy u. F. Müller . . . . . 290
Atomvolumen: Über eine mögliche Beziehung der Serienspektren zum —, v. M. Reinganum . . . . . 302
**Aubel, E. van**, Erwiderung auf die Kritik des Herrn Franz Streintz . . . . . 303
**Baumhauer, H.**, Beobachtungen über das Leuchten des Sidot-Blendeschirmes . . . . . 289
**Berndt, G.**, Die Einwirkung von Selenzellen auf die photographische Platte (Bemerkung zu: Neue Strahlen oder eine neue Emanation, von J. J. T. Chabot) 289
Bunsengesellschaft: XI. Hauptversammlung der Deutschen — für angewandte physikalische Chemie, früher Deutsche elektrochemische Gesellschaft. (R.) . . . 305
Chabot, J. J. T., Bemerkung zu dessen Abhandlung: Neue Strahlen oder eine neue Emanation, von G. Berndt 289
Chemie: XI. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische —, früher Deutsche elektrochemische Gesellschaft. (R.) . . . 305
**Curie, P.**, Neuere Untersuchungen über Radioaktivität 281
Elektrisch: Einige Beobachtungen über das — Verhalten der Atmosphäre am Meer, v. A. Löwy u. F. Müller . . . . . 290
Elektrische Verschiebung: Magnetische Wirkung — —, v. J. B. Whitehead . . . . . 300
Elektrochemische Gesellschaft: XI. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie, früher Deutsche — —. (R.) . 305
Emanation: Die Einwirkung von Selenzellen auf die photographische Platte. (Bemerkung zu: Neue Strahlen oder eine neue —, von J. J. T. Chabot), v. G. Berndt. . . . . 289
Flammenleitung: Über die —, v. E. Marx . . . . 298
Gase: Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von — mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate, v. H. Gerdien u. H. Schering . . . . . 297
**Gerdien, H.**, Die Messung kleiner Kapazitäten mittels einer messbar veränderlichen Normalkapazität . . 294
— u. **H. Schering**, Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate . . . . 297
Gesuche . . . . . 312
Kapazität: Die Messung kleiner — mittels einer messbar veränderlichen Normal—, v. H. Gerdien . . . 294
Kosmische Physik: Lehrbuch der — —, v. S. A. Arrhenius. (B.) . . . . . 308
Kraftmaschine: Über den hydraulischen Wirkungsgrad von Turbinen bei ihrer Verwendung als — und Pumpen, v. R. Proell. (B.) . . . . . 312
Leuchten: Beobachtungen über das — des Sidot-Blendeschirmes, v. H. Baumhauer . . . . . 289
**Löwy, A. u. F. Müller**, Einige Beobachtungen über das elektrische Verhalten der Atmosphäre am Meer 290

Seite

Luftelektrisch: Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit besonderer Berücksichtigung — Apparate, v. H. Gerdien und H. Schering . . . . . 297
Magnetische Wirkung elektrischer Verschiebung, v. J. B. Whitehead . . . . . 300
**Marx, E.**, Über die Flammenleitung . . . . . 298
Meteorologische Gesellschaft: X. Allgemeine Versammlung der Deutschen — — in Berlin vom 7. bis 9. April 1904. (R.) . . . . . 306
**Müller, F. u. A. Löwy**, Einige Beobachtungen über das elektrische Verhalten der Atmosphäre am Meer 290
Personalien . . . . . 312
Photographisch: Die Einwirkung von Selenzellen auf die — Platte (Bemerkung zu: Neue Strahlen oder eine neue Emanation von J. J. T. Chabot), v. G. Berndt 289
Physik: Lehrbuch der kosmischen —, v. S. A. Arrhenius. (B.) 308
Physikalische Chemie: XI. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte —, früher Deutsche elektrochemische Gesellschaft. (R.) . . . 305
**Proell, R.**, Über den hydraulischen Wirkungsgrad von Turbinen bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und Pumpen. (B.) . . . . . 312
Pumpe: Über den hydraulischen Wirkungsgrad von Turbinen bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und —, v. R. Proell. (B.) . . . . . 312
Radioaktivität: Neuere Untersuchungen über —, v. P. Curie 281
**Reinganum, M.**, Über eine mögliche Beziehung der Serienspektren zum Atomvolumen . . . . . 302
**Schering, H. u. H. Gerdien**, Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate 297
Selenzellen: Die Einwirkung von — auf die photographische Platte (Bemerkung zu: Neue Strahlen oder eine neue Emanation von J. J. T. Chabot), v. G. Berndt 289
Serienspektren: Über eine mögliche Beziehung der — zum Atomvolumen, v. M. Reinganum . . . . . 302
Sidot-Blende: Beobachtungen über das Leuchten des —-schirmes, v. H. Baumhauer . . . . . 289
Strahlen: Die Einwirkung von Selenzellen auf die photographische Platte (Bemerkung zu: Neue — oder eine neue Emanation, von J. J. T. Chabot), v. G. Berndt 289
Streintz, Franz: Erwiderung auf seine Kritik, v. E. van Aubel . . . . . 303
Strömungsgeschwindigkeit: Ein Verfahren zur Messung der — von Gasen mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate, v. H. Gerdien u. H. Schering . . . . . 297
Turbinen: Über den hydraulischen Wirkungsgrad von — bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und Pumpen, v. R. Proell. (B.) . . . . . 312
**Whitehead, J. B.**, Magnetische Wirkung elektrischer Verschiebung . . . . . 300
Wirkungsgrad: Über den hydraulischen — von Turbinen bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und Pumpen, v. R. Proell. (B.) . . . . . 312


## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Neuere Untersuchungen über Radioaktivität.


Von P. Curie.[1])


Seit der Entdeckung der stark radioaktiven Substanzen haben die Untersuchungen über die Radioaktivität eine sehr grosse Ausdehnung gewonnen. Ich beabsichtige, in dieser Arbeit eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand zu geben, und zwar mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Arbeiten.[1])

1) Journal de Chimie Physique, 1, 409—449, 1903.

1) Wegen ausführlicherer Einzelheiten über die vor dem

## I. Radioaktive Substanzen.

Becquerelstrahlen. Uran und Thor. — Wir wollen als radioaktiv diejenigen Substanzen bezeichnen, welche die Fähigkeit besitzen, spontan und dauernd gewisse als Becquerelstrahlen benannte Strahlen auszusenden. Diese Strahlen wirken auf die photographische Platte; sie machen die Gase, welche sie durchsetzen, elektrisch leitend; sie vermögen schwarzes Papier und Metalle zu durchdringen. Die Becquerelstrahlen werden nicht reflektiert, nicht gebrochen und nicht polarisiert.

Herr Becquerel war es, der im Jahre 1896 die Entdeckung machte, dass das Uran und seine Verbindungen dauernd diese neuen Strahlen aussenden. Herr Schmidt und Frau Curie haben dann ungefähr gleichzeitig gefunden, dass die Verbindungen des Thors ebenfalls radioaktiv sind. Die Intensität der von den Thorverbindungen ausgesandten Strahlung ist ähnlich derjenigen der von den Uranverbindungen ausgesandten Strahlung. Die Radioaktivität ist eine Eigenschaft der Atome, welche die Atome des Urans und des Thors überall begleitet, wo sie sich finden; in einem zusammengesetzten Körper oder in einer Mischung ist sie im allgemeinen um so stärker, in je stärkerem Verhältnis diese beiden Metalle selbst darin vertreten sind.

Neue radioaktive Substanzen. — Frau Curie hat im Jahre 1898 untersucht, ob es unter den damals bekannten Elementen andere gäbe, die mit radioaktiven Eigenschaften begabt wären; sie hat keine Substanz finden können, welche eine merkbare Strahlung hergegeben hätte und konnte schliessen, dass die radioaktiven Eigenschaften der Elemente mindestens 100 mal schwächer sind als diejenigen des Urans und des Thors. Sie hat dagegen gefunden, dass einige uranhaltige Mineralien (Pechblende, Kalkolith, Karnotit) aktiver sind als metallisches Uran; die Aktivität dieser Mineralien konnte also weder dem Uran, noch den anderen bekannten Elementen an sich allein zugeschrieben werden. Diese Entdeckung ist fruchtbar an neuartigen Ergebnissen gewesen. Frau Curie und ich haben in einer gemeinsamen Arbeit gefunden, dass die Pechblende neuartige radioaktive Substanzen enthält, und wir haben vermutet, dass diese Substanzen neue chemische Elemente enthalten.

Gegenwärtig kennt man mit Sicherheit drei stark radioaktive neue Substanzen: das Polonium, welches sich in Wismut findet, das aus Uranmineralien gewonnen wird; das Radium[1]), welches sich in Baryum gleicher Herkunft findet; und das Aktinium, welches Herr Debierne in den aus demselben Mineral gewonnenen seltenen Erden gefunden hat. Alle diese drei Substanzen finden sich in den Uranmineralien in unendlich kleiner Menge, und alle drei besitzen eine Radioaktivität, welche etwa millionenmal grösser ist als die des Urans und des Thors.

Kürzlich kündeten Herr Giesel und Herr Hofmann die Anwesenheit einer vierten stark radioaktiven Substanz in den Uranmineralien an, welche ähnliche chemische Eigenschaften haben soll wie das Blei; nach den bisher erschienenen Veröffentlichungen habe ich mir eine Ansicht über die Natur dieser Substanz nicht bilden können.

Man kann sich fragen, ob die Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft der Materie ist. Diese Frage kann gegenwärtig noch nicht als gelöst betrachtet werden. Die Untersuchungen von Frau Curie haben erwiesen, dass die verschiedenen bekannten Substanzen keine atomistische Radioaktivität besitzen, welche den hundertsten Teil der Radioaktivität des Urans und des Thors erreichte. — Andererseits können gewisse chemische Reaktionen Veranlassung geben zur Entstehung elektrisch leitender Ionen, ohne dass die wirkende Substanz den Charakter atomistischer Radioaktivität zeigte. So macht weisser Phosphor bei der Oxydation die umgebende Luft elektrisch leitend, während roter Phosphor und die Phosphate sich in keiner Weise radioaktiv zeigen.

Schon ältere Untersuchungen (von Russel, Colson, Lengyel) haben gezeigt, dass gewisse Körper mit der Zeit auf die photographische Platte einwirken. Es ist möglich, dass ein Teil dieser Erscheinungen auf Radioaktivität beruht, aber man hat über diesen Punkt noch keinerlei Gewissheit. Neuere Arbeiten (von MacLennan und Burton, Strutt, Lester Cooke) würden dagegen zu der Annahme führen, dass die Radioaktivität in äusserst schwachem Grade allen Substanzen zukommt. Die Identität dieser sehr schwachen Erscheinungen mit den Erscheinungen der atomistischen Radioaktivität kann aber noch nicht als sicher betrachtet werden.

Radium. — Von allen stark radioaktiven Substanzen ist das Radium das einzige, von welchem man bisher hat nachweisen können, dass es ein neues Element bildet. Das Radium besitzt ein charakteristisches Spektrum, dessen Entdeckung und erste Untersuchung wir Demarçay verdanken, und welches weiterhin von den Herren Runge und Precht und von Herrn

Mai 1903 erschienenen Arbeiten s. die Dissertation von Frau Curie (Paris, Gauthier-Villars, Juni 1903). — Übersetzt von Prof. W. Kaufmann in „Die Wissenschaft", Heft 1. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 1904.

1) Von Herrn und Frau Curie und Herrn Bémont entdeckt.

Crookes untersucht worden ist. Das Radium ist ein Element, welches sich in die Reihe der erdalkalischen Metalle im Anschluss an das Baryum einordnen wird; sein Atomgewicht, wie es von Frau Curie bestimmt worden ist, ist gleich 225.

Das Radium ist bisher gewonnen worden aus einem Rückstand bei der Fabrikation, welche bezweckt, das Uran aus seinem Mineral (der Pechblende) auszuscheiden. Dieser Rückstand enthält auf die Tonne 2 bis 3 Dezigramm Radium. Man zieht zunächst aus einer Tonne des Rückstandes 10 bis 15 Kilogramm radiumhaltiges Baryumsalz aus, aus welchem man dann durch fraktionierte Krystallisationen (mit Chlorür oder Bromür) das Radiumsalz gewinnt, da die aus einer Lösung sich abscheidenden Krystalle radiumreicher sind als das in Lösung bleibende Salz.

Man kann die Radioaktivität eines Radiumsalzes zu verschiedenen Zeiten messen von dem Zeitpunkt an, wo man das Salz hat kristallisieren lassen und, wo man es im Trockenapparat getrocknet hat. Man stellt fest, dass die Aktivität einen gewissen Anfangswert hat; dann wächst sie als Funktion der Zeit, anfangs sehr schnell, dann nach und nach langsamer; sie strebt endlich asymptotisch einem Grenzwert zu, der etwa 5 mal stärker ist als die anfängliche Aktivität. Die Aktivität bleibt dann jahrelang unveränderlich, wenn man das Salz in unverändertem Zustande belässt.

Polonium. — Im Gegensatz hierzu ist das Polonium ein Körper, welcher seine Radioaktivität langsam verliert von dem Zeitpunkt an, wo es von dem Uranmineral getrennt wurde, in dem es enthalten war. Nach einigen Jahren ist die Radioaktivität des Poloniums fast vollständig verschwunden. Das Polonium verhält sich also wie ein unbeständiger Körper. Man hat bisher noch nicht den Nachweis erbringen können, dass das Polonium ein neues vom gewöhnlichen Wismut verschiedenes Element sei.

Man kann das Polonium durch Fraktionierung anreichern, indem man durch Wasser basisches Wismutpoloniumnitrat aus saurer Lösung niederschlägt; der gefällte Teil ist der aktivere. Man kann auch eine teilweise Fällung aus stark salzsaurer Lösung durch Schwefelwasserstoff vornehmen; das Polonium konzentriert sich in dem gefällten Schwefelsalz. Diese Fraktionierungsverfahren sind mühsam, weil die Niederschläge sich nur schwer wieder lösen. Herr Marckwald konzentriert die Aktivität durch Eintauchen eines Wismutringes in eine Wismutpoloniumlösung; auf dem Ringe schlägt sich eine Schicht äusserst aktiven Metalls nieder.

Aktinium. — Die Anreicherung des Aktiniums ist noch mühsamer als diejenige des Poloniums. Die festen aktiniumhaltigen Salze besitzen eine Radioaktivität, welche im Verlauf mehrerer Jahre vollkommen unveränderlich bleibt.

## II. Strahlung der radioaktiven Körper.

Zusammengesetzte Natur der Strahlung. — Das Radium ist derjenige radioaktive Körper, dessen Strahlung am vollständigsten erforscht worden ist. Man weiss heute, dass das Radium eine Gesamtheit von Strahlen verschiedener Natur aussendet, welche in drei Gruppen zusammengefasst werden können. Nach der von Herrn Rutherford angenommenen Bezeichnungsweise werde ich diese drei Gruppen von Strahlen durch die Buchstaben $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ bezeichnen.

Die Wirkung des Magnetfeldes gestattet, sie zu unterscheiden. In einem starken Magnetfelde werden die $\alpha$-Strahlen ein wenig von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt, und die Ablenkung geschieht in gleicher Weise wie für die „Kanalstrahlen" des Herrn Goldstein in Vakuumröhren; im Gegensatz hierzu werden die $\beta$-Strahlen wie die Kathodenstrahlen abgelenkt, und die $\gamma$-Strahlen werden nicht abgelenkt und verhalten sich wie die Röntgenstrahlen.

$\beta$-Strahlen. — Die $\beta$-Strahlen des Radiums bilden, analog den Kathodenstrahlen, eine heterogene Gruppe; sie unterscheiden sich voneinander durch ihr Durchdringungsvermögen und durch die Ablenkung, welche sie in einem Magnetfelde erleiden.

Gewisse $\beta$-Strahlen werden von einem einige Hundertstel Millimeter dicken Aluminiumblättchen absorbiert, während andere unter Diffusion mehrere Millimeter Blei durchdringen.

Wir wollen annehmen, es sei ein geradliniges Bündel Becquerelstrahlen erzeugt mittels eines Stückchens Radiumsalz und eines mit einem Loche versehenen Schirmes. Erregt man nun ein gleichförmiges Magnetfeld senkrecht zur Richtung des Strahlenbündels, so krümmen sich die $\beta$-Strahlen und beschreiben Kreisbahnen in einer Ebene senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes. Die Radien der beschriebenen Kreisbögen variieren zwischen weiten Grenzen. Herr Becquerel hat gezeigt, dass die durchdringendsten Strahlen die am wenigsten abgelenkten sind und folglich die Bahnen mit dem grössten Krümmungsradius beschreiben. Fängt man das durch das Magnetfeld abgelenkte $\beta$-Strahlenbündel auf eine photographische Platte auf, so erhält man eine Einwirkung auf dieselbe, welche ein richtiges Spektrum bildet, in welchem die verschiedenen $\beta$-Strahlen ihre Wirkung getrennt zur Geltung bringen.

Man kann annehmen, dass die $\beta$-Strahlen aus Projektilen (Elektronen) bestehen, welche negativ elektrisch geladen sind und vom Radium aus mit grosser Geschwindigkeit fortgeschleudert

werden. Ist dann $m$ die Masse eines fortgeschleuderten Teilchens, $e$ seine Ladung, $v$ seine Anfangsgeschwindigkeit, $\varrho$ der Krümmungsradius seiner Bahn, $H$ die Intensität des Magnetfeldes (welches senkrecht zur Richtung der Anfangsgeschwindigkeit vorausgesetzt wird), $\mu$ die magnetische Permeabilität des Mittels, so erhält man die leicht abzuleitende Beziehung:

$$(1) \quad \ldots \quad \mu H \varrho = \frac{mv}{e}.$$

Die $\beta$-Strahlen werden auch durch ein elektrisches Feld abgelenkt. Wir setzen voraus, es sei ein geradliniges Bündel dieser Strahlen erzeugt. Erregt man nun ein gleichförmiges elektrisches Feld senkrecht zur Anfangsrichtung dieses Strahlenbündels, so werden die Strahlen im umgekehrten Sinne der Feldrichtung abgelenkt und beschreiben parabolische Bahnen. Man kann den Versuch verwirklichen, wenn man das Strahlenbündel zwischen zwei parallelen Metallplatten hindurchgehen lässt, zwischen denen man eine Potentialdifferenz herstellt. Die Ablenkung ist schwach mit den Mitteln, die man zu Gebote hat, und es empfiehlt sich, im Vakuum zu operieren. Die Luft wird nämlich durch die Strahlen leitend gemacht; operiert man also in Luft, so wird die Isolierung unvollkommen, und es ist schwierig, zwischen den Platten eine konstante und hohe Potentialdifferenz aufrecht zu erhalten. Die durchdringungsfähigsten $\beta$-Strahlen sind die am wenigsten abgelenkten.

Die Wirkung des elektrischen Feldes ist in Übereinstimmung mit der vorhin dargelegten ballistischen Hypothese. Versetzen wir uns in diese Hypothese und nehmen wir an, dass ein gleichmässiges elektrisches Feld von der Intensität $h$ und der Breite $L$ auf das geladene fortgeschleuderte Teilchen wirke, dessen Anfangsgeschwindigkeit normal zum Felde ist. Die Ablenkung $y$ des äussersten Endes der Flugbahn beim Austritt aus dem Felde wird durch die Formel (2) gegeben unter der Voraussetzung schwacher Ablenkung:

$$(2) \quad \ldots \quad \frac{hL^2}{2y} = \frac{mv^2}{e}.$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) kann man einerseits die Geschwindigkeit $v$ der Projektile entnehmen, andererseits das Verhältnis $\frac{e}{m}$ der elektrischen Ladung zur zugehörigen Masse.

Die Versuche des Herrn Becquerel haben gezeigt, dass für die intensivsten $\beta$-Strahlen das Verhältnis $\frac{e}{m}$ ungefähr $10^7$ elektromagnetische Einheiten beträgt, und dass $v$ einen Wert von $1{,}6 \times 10^{10}$ $cm/sec$ hat. Diese Werte sind von derselben Grössenordnung wie für die Kathodenstrahlen.

Herr Kaufmann hat genaue Untersuchungen über denselben Gegenstand angestellt. Dieser Physiker unterwarf ein sehr schmales Bündel Radiumstrahlen der gleichzeitigen Wirkung eines magnetischen und eines elektrischen Feldes, welche beide gleichförmig waren und in der Richtung senkrecht auf der Anfangsrichtung des Strahlenbündels standen. Das Strahlenbündel wird auf einer photographischen Platte aufgefangen, welche senkrecht zu seiner Anfangsrichtung aufgestellt ist. Bei Abwesenheit der beiden Kraftfelder ist der Eindruck auf die Platte ein kleiner kreisrunder Fleck, den wir annäherungsweise als Punkt ansehen wollen. Wirkt das Magnetfeld allein, so erzeugen die verschiedenen $\beta$-Strahlen, welche ungleich abgelenkt werden, aber in einer Ebene normal zum Felde bleiben, auf der Platte einen Eindruck in Form einer geraden Linie. Wenn das elektrische Feld allein wirkt, so werden die verschiedenen $\beta$-Strahlen ungleich abgelenkt in einer und derselben Ebene, welche durch das Feld geht, und sie erzeugen dann auf der Platte einen Eindruck, welcher geradlinig und auf dem eben erhaltenen senkrecht ist. Wenn die beiden Felder gleichzeitig wirken, so ist der Eindruck auf der Platte eine Kurve. Jeder Punkt der Kurve entspricht einer verschiedenen Art von $\beta$-Strahlen. Nimmt man zu Koordinatenachsen auf der photographischen Platte die geraden Linien, welche man erhält, wenn jedes der Felder für sich allein wirkt, so stellen die Koordinaten jedes Punktes der Kurve die elektrische und die magnetische Ablenkung dar, die einer und derselben Strahlenart entsprechen.

Folgendes sind die für $v$ und $\frac{e}{m}$ von Herrn Kaufmann erhaltenen Zahlen; seine Messungen beziehen sich besonders auf die durchdringungsfähigsten Strahlen. Ich gebe zum Vergleich die von Herrn Simon für Kathodenstrahlen erhaltenen Werte mit an:

| $e/m$ in elektromagnetischen Einheiten | $v$ in $cm/sec$ | |
|---|---|---|
| $1{,}865 \times 10^7$ . . . . | $0{,}7 \times 10^{10}$ | für Kathodenstrahlen (Simon) |
| $1{,}31 \times 10^7$ . . . . | $2{,}36 \times 10^{10}$ | für Radiumstrahlen (Kaufmann) |
| $1{,}17 \times 10^7$ . . . . | $2{,}48 \times 10^{10}$ | |
| $0{,}97 \times 10^7$ . . . . | $2{,}59 \times 10^{10}$ | |
| $0{,}77 \times 10^7$ . . . . | $2{,}72 \times 10^{10}$ | |
| $0{,}63 \times 10^7$ . . . . | $2{,}83 \times 10^{10}$ | |

Man sieht, dass gewisse $\beta$-Strahlen eine der Lichtgeschwindigkeit nahe Geschwindigkeit haben. Man begreift, dass mit solcher Geschwindigkeit beseelte Projektile, wenn sie sehr klein sind, der Materie gegenüber eine sehr grosse Durchdringungsfähigkeit haben können.

Das Verhältnis $\frac{e}{m}$ scheint für die $\beta$-Strahlen des Radiums von geringster Durchdringungskraft dasselbe zu sein wie für Kathodenstrahlen. Dieses Verhältnis nimmt aber ab in dem Masse wie die Geschwindigkeit wächst. Die Herren J. J. Thomson und Townsend meinen, dass die in Bewegung befindlichen geladenen Elektronen eine Ladung besitzen, welche für jedes von ihnen dieselbe und gleich derjenigen ist, welche bei der Elektrolyse einer Lösung von einem Wasserstoffatom transportiert wird. Ist dies der Fall, so muss man annehmen, dass die Masse der Projektile mit ihrer Geschwindigkeit wächst, wenn sich diese derjenigen des Lichtes nähert.

Im Falle der Elektrolyse ist das Verhältnis $\frac{e}{m}$ gleich 9650, während dasselbe Verhältnis für die Kathodenstrahlen und die wenig durchdringungsfähigen $\beta$-Strahlen gleich $1{,}865 \times 10^7$ ist. Nimmt man an, dass die Ladung $e$ in beiden Fällen dieselbe ist, so ergiebt sich hieraus, dass die Masse eines Elektrons ungefähr 2000 mal kleiner ist als diejenige eines Wasserstoffatoms.

Theoretische Erwägungen führen zu der Ansicht, dass die Trägheit des Partikels genau bestimmt ist durch seinen Ladungs- und Bewegungszustand, da die Geschwindigkeit einer in Bewegung befindlichen elektrischen Ladung nicht ohne Energieaufwand verändert werden kann. Mit anderen Worten: die Masse des geladenen Teilchens ist, wenigstens teilweise, eine scheinbare oder elektromagnetische Masse. Herr Abraham hat eine Formel angegeben, welche die elektromagnetische Masse eines geladenen Teilchens als Funktion seiner Geschwindigkeit zu berechnen gestattet. Nach dieser Formel ist die von elektromagnetischen Reaktionen herrührende Masse für kleine Geschwindigkeiten konstant; sie wächst dann mit der Geschwindigkeit und nähert sich dem Unendlichen für Geschwindigkeiten, welche sich derjenigen des Lichtes nähern. Herrn Kaufmanns Versuche sind mit dieser Theorie in Einklang und führen um so mehr zu der Annahme, dass die Masse eines Elektrons vollständig elektromagnetischer Natur ist. Diese Resultate sind von grosser theoretischer Bedeutung; sie lassen die Möglichkeit voraussehen, die Grundlagen der Mechanik aufzubauen auf der Dynamik kleiner geladener und in Bewegung befindlicher Massencentren.

$\alpha$-Strahlen. — Die $\alpha$-Strahlen des Radiums sind sehr wenig durchdringungsfähig; ein Aluminiumblättchen von einigen Hundertsteln Millimeter Dicke absorbiert sie fast vollständig. Sie werden auch in der Luft absorbiert und können die Luft bei Atmosphärendruck auf eine Entfernung von mehr als 10 cm nicht durchdringen. Die $\alpha$-Strahlen bilden den wichtigsten Teil der Strahlung des Radiums, wenn man übereinkommt, die Strahlung nach der Grösse der Ionisierung zu messen, welche sie in der Luft hervorruft.

Die $\alpha$-Strahlen werden durch die stärksten elektrischen und magnetischen Felder sehr wenig abgelenkt, und man hat sie anfangs als Strahlen angesehen, welche unter dieser Wirkung überhaupt nicht ablenkbar wären. Indessen gestatteten, schon unabhängig von der Wirkung des Magnetfeldes, die Gesetze der Absorption der $\alpha$-Strahlen durch vorgeschaltete Schirme aus ihnen eine besondere Gruppe zu bilden und sie klar von den Röntgenstrahlen zu scheiden. Beim Durchgang durch aufeinander folgende Schirme werden nämlich die $\alpha$-Strahlen immer weniger durchdringungsfähig, während unter denselben Bedingungen die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen wächst. Es scheint, dass man einen $\alpha$-Strahl einem Projektil vergleichen kann, dessen Energie beim Durchgang durch jeden Schirm abnimmt. Ein gegebener Schirm absorbiert die $\alpha$-Strahlen auch viel stärker, wenn er weit vom Radium entfernt aufgestellt ist, als wenn er ganz nahe an das Radium herangebracht wird.

Herr Strutt hat die Ansicht aufgestellt, dass die $\alpha$-Strahlen den „Kanalstrahlen" in Vakuumröhren analog seien. Herrn Rutherford ist es gelungen, die Wirkung des Magnetfeldes auf die $\alpha$-Strahlen des Radiums zu zeigen und eine kleine Messung der Ablenkung auszuführen. Herr Becquerel hat die von Herrn Rutherford erhaltenen Resultate bestätigt und eine neue Messung der Erscheinung geliefert. Herr Des Coudres hat eine Messung der elektrischen und der magnetischen Ablenkung der $\alpha$-Strahlen ausgeführt, wobei er im Vakuum arbeitete.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass sich die $\alpha$-Strahlen verhalten wie Projektile, welche mit grosser Geschwindigkeit begabt und mit positiver Elektrizität geladen sind. Die Ablenkung in einem magnetischen und in einem elektrischen Felde erfolgt im entgegengesetzten Sinne als sie für Kathodenstrahlen stattfinden würde.

Die $\alpha$-Strahlen bilden eine Gruppe, welche homogen zu sein scheint; sie werden alle in derselben Weise durch das Magnetfeld abgelenkt und geben alsdann kein ausgebreitetes Spektrum wie die $\beta$-Strahlen. Die Formeln (1) und (2) auf Seite 284 sind auch hier noch anwendbar. Nach den Messungen von Des Coudres im Vakuum findet man:

$$v = 1{,}65 \times 10^9, \quad \frac{e}{m} = 6400.$$

Man sieht, dass die Geschwindigkeit der Projektile 20 mal schwächer ist als die des Lichtes. Nimmt man an, dass die Ladung eines Projektils dieselbe ist wie die eines Wasserstoffatoms bei der Elektrolyse, so findet man, dass seine Masse von der Grössenordnung derjenigen eines Wasserstoffatoms ist. (Das Verhältnis $\frac{e}{m}$ ist für Wasserstoff bei der Elektrolyse gleich 9650.) Man sieht ein, dass diese Projektile, welche grösser sind als die Elektronen und mit kleinerer Geschwindigkeit als diese ausgerüstet, auch ein viel kleineres Durchdringungsvermögen haben.

Nach Herrn Becquerels Untersuchungen ist die Krümmung der Flugbahn von $\alpha$-Strahlen, welche sich in einem gleichförmigen Magnetfeld fortpflanzen, nicht konstant, wenn die Fortpflanzung in Luft von Atmosphärendruck erfolgt. Ganz zu Anfang ist diese Krümmung die gleiche wie die im Vakuum erhaltene; sie wird aber nach und nach weniger gross in dem Masse wie der Strahl sich von der Strahlungsquelle entfernt. Man kann diese Erscheinung durch die Annahme erklären, dass neue Teilchen sich an den Projektilen, welche die Strahlen bilden, festsetzen, während diese ihre Bahn in der Luft vollenden. Diese Annahme würde auch die Thatsache erklären, dass das Absorptionsvermögen eines Schirmes für $\alpha$-Strahlen zunimmt, wenn man den Schirm von der Strahlungsquelle entfernt.

Die $\alpha$-Strahlen sind es, die in dem ausserordentlich schönen Versuch wirksam sind, welcher mit dem Spinthariskop des Herrn Crookes ausgeführt wird. In diesem Apparat wird ein ganz kleines Bröckchen Radiumsalz (ein Bruchteil eines Milligramms) durch einen Metalldraht in geringer Entfernung ($^1/_2$ mm) von einem phosphoreszierenden Zinksulfatschirm gehalten. Untersucht man in der Dunkelheit die dem Radium zugekehrte Fläche des Schirmes mit einer Lupe, so bemerkt man über den Schirm verstreut leuchtende Punkte, welche an einen Sternenhimmel erinnern; diese leuchtenden Punkte erscheinen und verschwinden fortgesetzt. Nach der ballistischen Theorie kann man sich vorstellen, dass jeder leuchtende Punkt, der auftritt und verschwindet, durch den Aufschlag eines Projektils entsteht. Man würde es hier zum ersten Male mit einer Erscheinung zu thun haben, welche die individuelle Wirkung eines Atoms zu unterscheiden gestattete.

$\gamma$-Strahlen. — Die $\gamma$-Strahlen des Radiums sind den Röntgenstrahlen vollständig vergleichbar. Sie scheinen nur einen geringen Teil der Gesamtstrahlung auszumachen. Es giebt $\gamma$-Strahlen von ausserordentlich grossem Durchdringungsvermögen, und diese Strahlen werden beim Durchgang durch die meisten Körper nur sehr wenig zerstreut.

Diffusion der Radiumstrahlen. — Ein Bündel Becquerelstrahlen gehe vom Radium aus und werde durch Spalte begrenzt, welche aus Bleischirmen ausgeschnitten sind. Trifft das Bündel auf einen dünnen Schirm, so werden die $\alpha$-Strahlen absorbiert, die $\beta$-Strahlen nach allen Richtungen hin zerstreut; die $\gamma$-Strahlen durchdringen den Schirm teilweise, als wohlbegrenztes Bündel mit scharfen Rändern; die $\gamma$-Strahlen können so ein dickes Glasprisma durchsetzen, ohne dass das Bündel dadurch aufhörte, geradlinig und scharf begrenzt zu sein. Man hat sich gefragt, ob die $\beta$-Strahlen beim Durchgang durch einen festen Schirm immer vollständig diffus werden. Die Versuche des Herrn Becquerel zeigen, dass ein Bündel $\beta$-Strahlen sich in Paraffin in scharf begrenzter Form fortpflanzen kann. Herr Becquerel benutzt die Wirkung der $\beta$-Strahlen auf die photographische Platte, um auf einer Platte die Spur der Bahn von $\beta$-Strahlen zu untersuchen, welche durch ein Magnetfeld dispergiert sind. Man sieht auf den Abzügen, dass die durchdringungsfähigsten Strahlen ohne merkliche Diffusion 7 bis 8 mm Paraffin durchsetzen, während die weniger durchdringungsfähigen Strahlen schon nach einem Wege von 2 mm vollständig diffus geworden sind. Das Magnetfeld lenkt die $\beta$-Strahlen in Paraffin wie in Luft ab.

Leitfähigkeit dielektrischer Flüssigkeiten unter der Wirkung der Radiumstrahlen. — Dielektrische Flüssigkeiten erhalten durch die Einwirkung des Radiums eine geringe Leitfähigkeit. Man kann diese Erscheinung an Petroläther, Vaselinöl, Benzol, Amylen, Schwefelkohlenstoff und flüssiger Luft feststellen.

Strahlung anderer radioaktiver Körper. — Das Polonium sendet nur Strahlen von sehr geringer Durchdringungsfähigkeit aus, welche mit den $\alpha$-Strahlen des Radiums identisch zu sein scheinen. Sie besitzen ungefähr das gleiche Durchdringungsvermögen und werden in derselben Weise durch ein Magnetfeld abgelenkt; endlich kann man auch mit den $\alpha$-Strahlen des Poloniums den Spinthariskopversuch ausführen. Das Polonium liefert also eine Quelle für $\alpha$-Strahlen ohne Beimischung der anderen Strahlenarten, was für gewisse Untersuchungen wertvoll ist. Aber die Quelle erschöpft sich, und nach Verlauf einiger Jahre hat das Polonium, wenn es von dem Mineral abgeschieden ist, in welchem es enthalten war, seine Aktivität verloren.

Thor, Uran und Aktinium scheinen $\alpha$- und $\beta$-Strahlen auszusenden; man hat die Ablenkbarkeit der $\beta$-Strahlen nachweisen können.

Elektrische Ladung der Radiumstrah-

len. — Nach der ballistischen Theorie müssen die $\alpha$-Strahlen positive, die $\beta$-Strahlen negative elektrische Ladung transportieren. Frau Curie und ich haben gezeigt, dass, entsprechend dieser Theorie, die $\beta$-Strahlen des Radiums die Körper, von welchen sie absorbiert werden, negativ laden. Um dies zu zeigen, bedient man sich einer Bleiplatte in Verbindung mit einem Elektrometer. Die Bleiplatte ist ganz mit einer Paraffinschicht überzogen, welche ihrerseits von einer zur Erde abgeleiteten Aluminiumhülle umgeben ist. Das Radium befindet sich in einem kleinen Behälter ausserhalb und sendet seine Strahlen auf die so geschützte Bleiplatte. Die $\alpha$-Strahlen werden durch die äussere Aluminiumhülle zurückgehalten; ein Teil der $\beta$-Strahlen durchdringt das Aluminium und das Paraffin und wird von dem Blei absorbiert, welches sich negativ auflädt. Das Paraffin ist notwendig, um eine hinreichende Isolierung der Bleiplatte zu erzielen, welche sich nicht würde aufladen können, wenn sie von Luft umgeben wäre, da diese durch die Becquerelstrahlen leitend gemacht werden würde.

Wir haben ferner gezeigt, dass ein Radiumsalz sich positiv auflädt, wenn es von einer isolierenden Schicht umgeben wird und nach aussen $\beta$-Strahlen aussendet, während die $\alpha$-Strahlen nicht austreten können.

Ein hermetisch verschlossenes Fläschchen, welches ein Radiumsalz enthält, lädt sich von selbst elektrisch wie eine Leidener Flasche. Ritzt man nach genügend langer Zeit mit einem Glasmesser die Wände des Fläschchens, so tritt ein Funke aus, welcher das Glas an einer Stelle durchschlägt, wo die Wand durch das Glasmesser dünner gemacht worden ist; gleichzeitig spürt der Beobachter einen kleinen Schlag in den Fingern infolge des Durchganges der Entladung.

Phosphoreszenz der Körper unter der Einwirkung der Becquerelstrahlen. Lichtausstrahlung von Radiumsalzen. Färbung der Körper unter der Einwirkung der Strahlen. — Die Radiumstrahlung ruft bei einer grossen Anzahl von Körpern Phosphoreszenz hervor, so bei den alkalischen und erdalkalischen Salzen, bei Uran- und Kalisulfat, bei organischen Körpern wie Baumwolle, Papier, schwefelsaurem Chinin, Haut, Glas, Quarz u. s. w. Die empfindlichsten Körper sind Baryumplatincyanür, Willemit (Zinksilikat), Sidotsche Zinkblende, Diamant. Für durchdringungskräftige $\beta$-Strahlen sind Willemit und Baryumplatincyanür die empfindlichsten Körper, während man bei $\alpha$-Strahlen vorteilhaft die phosphoreszierende Zinkblende anwendet.

Die phosphoreszierenden Substanzen werden durch fortgesetzte Einwirkung der Radiumstrahlen verändert; sie werden dann weniger erregbar und leuchten schwächer unter der Einwirkung der Strahlen. Gleichzeitig verfärben und färben sich diese Körper. Glas färbt sich violett und schwarz oder braun; die Alkalisalze werden gelb, grün oder blau; durchsichtiger Quarz wird zu Rauchquarz; farbloser Topas wird gelb, orange u. s. f. Das durch Radium gefärbte Glas ist thermolumineszent; erhitzt man es auf etwa 500°, so sieht man es Licht aussenden; gleichzeitig entfärbt es sich und kehrt wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurück, es ist alsdann fähig, von neuem gefärbt zu werden, wenn Radiumstrahlen auf es einwirken.

Die Radiumsalze sind selbstleuchtend. Man kann annehmen, dass sie sich selbst zur Phosphoreszenz erregen durch die Einwirkung der Becquerelstrahlen, welche sie aussenden. Die Anhydride von Radiumchlorid und Radiumbromid sind diejenigen Salze, welche die grösste Leuchtintensität aufweisen. Man kann sie von hinreichender Leuchtkraft erhalten, um ihr Licht bei vollem Tageslicht sehen zu können. Das von den Radiumsalzen ausgestrahlte Licht erinnert in seiner Färbung an das des Glühwurms (Lampyris). Die Leuchtkraft der Radiumsalze nimmt mit der Zeit ab, ohne jedoch jemals vollständig zu verschwinden; gleichzeitig färben sich die anfangs farblosen Salze grau, gelb oder violett.

Physiologische Wirkungen der Radiumstrahlen. — Die Radiumstrahlen rufen verschiedene physiologische Wirkungen hervor.

Ein Radiumsalz, welches sich in einem lichtdichten Papp- oder Metallkasten befindet, wirkt trotzdem auf das Auge und erregt eine Lichtempfindung. Um dieses Resultat zu erzielen, kann man den Kasten, der das Radium enthält, vor das geschlossene Auge oder gegen die Schläfe halten. Bei diesen Versuchen werden die Augenmedien unter der Einwirkung der Radiumstrahlen durch Phosphoreszenz leuchtend, und das Licht, welches man bemerkt, hat seine Quelle im Auge selbst.

Die Radiumstrahlen wirken auf die Haut. Hält man ein Fläschchen mit Radium einige Minuten lang gegen die Haut, so spürt man keinerlei besondere Empfindung; nach 15 bis 20 Tagen aber entsteht auf der Haut eine Rötung, später ein Schorf in der Gegend, wo man das Fläschchen aufgelegt hatte. Wenn die Einwirkung der Strahlen lange genug gedauert hat, so bildet sich hinterher eine Wunde, deren Heilung monatelang dauern kann. Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Epidermis ist derjenigen der Röntgenstrahlen analog. Gegenwärtig versucht man, diese Wirkung für die Behandlung von Lupus und Krebs nutzbar zu machen.

Die Radiumstrahlen wirken auch noch auf

die Nervencentren und veranlassen alsdann Lähmungen oder den Tod (Danysz). Sie scheinen auch in besonders starkem Masse in der Entwicklung begriffene lebende Gewebe zu beeinflussen (Bohn).

Verwendung von Radium zum Studium der Luftelektrizität. — Die Radiumstrahlen sind für die Erforschung der atmosphärischen Elektrizität nutzbar gemacht worden (Paulsen, Witkowski, Moureaux). Ein am Ende eines metallenen Stieles befestigtes kleines Quantum eines Radiumsalzes dient als Fangkontakt für das Potential. Durch diese sehr einfache Anordnung vermeidet man die Anwendung von Flammen oder Wassertropfapparaten zur Potentialmessung an einem Punkte der Atmosphäre.

### III. Von Radiumsalzen entbundene Wärme.

Die Radiumsalze setzen fortgesetzt Wärme in Freiheit. Diese Wärmeentbindung ist stark genug, um sie an einem groben Experiment zu zeigen, das man mittels zweier gewöhnlicher Quecksilberthermometer anstellt. Man nimmt dazu zwei untereinander gleiche Vakuumgefässe zur Wärme-Isolierung. In eines dieser Gefässe steckt man ein Glasfläschchen mit 7 Dezigramm reinen Radiumbromids; in das zweite Gefäss steckt man ein Glasfläschchen mit irgendeiner inaktiven Substanz, beispielsweise Chlorbaryum. Die Temperatur in jedem der beiden Luftmäntel wird durch ein Thermometer angezeigt, dessen Kugel in unmittelbare Nähe des Fläschchens gebracht ist. Die Öffnung der Isolatoren ist mit Baumwolle verschlossen. Unter diesen Bedingungen zeigt das Thermometer, welches sich im gleichen Gefäss mit dem Radium befindet, beständig eine um 3° höhere Temperatur an als andere Thermometer.

Man kann die vom Radium abgegebene Wärmemenge mittels des Bunsenschen Eiskalorimeters auswerten. Man stellt in das Kalorimeter ein Fläschchen mit dem Radiumsalz und stellt eine dauernde Wärmezufuhr fest, welche aufhört, sobald man das Radium entfernt. Die Messung, welche mit einem lange zuvor bereiteten Radiumsalz ausgeführt wurde, zeigt, dass jedes Gramm Radium stündlich 80 kleine Kalorien abgiebt. Das Radium giebt also in jeder Stunde eine Wärmemenge ab, welche hinreicht, um eine Eismenge von seinem Gewicht zu schmelzen. Dabei bleibt das angewandte Radiumsalz anscheinend immer auf demselben Zustand; übrigens könnte auch keinerlei gewöhnliche chemische Reaktion zur Erklärung einer derartigen dauernden Wärmeabgabe herangezogen werden.

Man stellt ferner fest, dass ein frisch bereitetes Radiumsalz eine verhältnismässig geringe Wärmemenge abgiebt. Die in einer gegebenen Zeit entbundene Wärmemenge nimmt dann dauernd zu und strebt einem bestimmten Grenzwert zu, der jedoch nach Verlauf eines Monats noch nicht vollständig erreicht ist.

Wenn man ein Radiumsalz in Wasser auflöst und die Lösung in eine zugeschmolzene Röhre einschliesst, so ist die von der Lösung abgegebene Wärmemenge anfangs gering; sie nimmt dann zu und strebt, nach Verlauf eines Monats, konstant zu werden. Wenn der Grenzzustand erreicht ist, so giebt das in der luftdicht verschlossenen Röhre eingeschlossene Radium in fester Form dieselbe Wärmemenge ab wie in gelöstem Zustande.

Man kann ferner die Wärmemenge messen, welche das Radium bei verschiedenen Temperaturen abgiebt, wenn man sie zur Verdampfung eines verflüssigten Gases benutzt und das Volumen des sich entwickelnden Gases misst. Man kann den Versuch mit Methylchlorid anstellen (−21°).

Herr Professor Dewar und ich haben das Experiment mit flüssigem Sauerstoff (bei −180°) und flüssigem Wasserstoff (−252°) ausgeführt. Letzterer Körper eignet sich besonders gut zur Ausführung des Versuches: Ein Rohr *A* (Fig. 1)

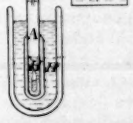



Fig. 1.

ist unten geschlossen und wird von einem Dewarschen Vakuumkolben zur Wärme-Isolierung umgeben; es enthält etwas flüssigen Wasserstoff *H*. Ein Entbindungsrohr *tt* gestattet, das Gas in einem mit Wasser gefüllten graduierten Messglas aufzufangen. Das Rohr *A* und sein Isolator tauchen beide in ein Bad von flüssigem Wasserstoff *H'*. Unter diesen Bedingungen tritt im Rohr *A* keinerlei Gasentbindung ein. Bringt man ein Fläschchen *a* mit 7 Dezigramm Radiumbromid in den Wasserstoff des Rohres *A*, so zeigt sich eine beständige Entwicklung von Wasserstoffgas, und man erhält 73 cm³ Gas in der Minute. (Das Radiumbromid war erst 10 Tage zuvor hergestellt worden.)

(Fortsetzung folgt.)

## Beobachtungen über das Leuchten des Sidot-Blendeschirmes.

Von H. Baumhauer.

Für den Beobachter, welcher sich des Schirmes mit Sidotblende bedient, ist es natürlich vor allem nötig, die Bedingungen zu kennen, unter denen ein Aufleuchten des Schirmes, unabhängig von der Gegenwart radioaktiver Substanzen, stattfindet. In dieser Beziehung ist zunächst irgendwelche mechanische Beeinflussung von Bedeutung: schon ein Biegen und Zurückschnellen des Kartons (Schirmes) bewirkt ein momentanes Leuchten, ebenso Druck oder Streichen mit einem harten Körper. Bei Versuchen, ein Leuchten mit verschiedenen Mineralien oder infolge der sog. N-Strahlen zu bemerken, welche Versuche jedoch erfolglos blieben, fiel mir auf, dass der Schirm, nachdem er und das Auge gut ausgeruht waren, ziemlich stark bis intensiv leuchtete, wenn man gegen denselben hauchte, oder wenn er auch nur in der Nähe von Mund und Nase von der ausgeatmeten Luft getroffen wurde. Im Anschluss hieran wurden weitere Beobachtungen angestellt, wobei sich zeigte, dass ein Strom von Luft, gegen den Schirm geblasen, keine Wirkung hervorbringt. Hält man aber den Schirm gegen den von heissem Wasser ausströmenden Dampf, so leuchtet er bald ziemlich hell, während ein erwärmter Körper, in seine unmittelbare Nähe gebracht, auch ein Eintauchen in heissen Sand höchstens ein ganz schwaches Leuchten hervorbringt. Taucht man hingegen den Schirm in warmes Wasser, so leuchtet er nach dem Herausnehmen sehr intensiv. Aber er leuchtet auch schön, wenn man ihn mit kaltem Wasser bespritzt, an der benetzten Stelle. Allmählich nimmt das Leuchten ab, ebenso wie die Lichtentwickelung nach dem Anhauchen rasch wieder verschwindet. Der Schirm leuchtet auch an der betreffenden Stelle, wenn man ihn mit dem Finger anfasst; auch hier ist, wie ich glaube, die Ursache in der vom Finger abgegebenen Feuchtigkeit zu suchen. Hält man den Finger bloss dicht vor den Schirm, ohne denselben zu berühren, so beobachtet man kein Leuchten (vielleicht ist es auch nur minimal). Begiesst man den Schirm mit Äther, so leuchtet er nicht; wenn aber der Äther verdunstet ist, so beginnt der Schirm zu leuchten. Möglicherweise ist dies auf eine Spannung zurückzuführen, welche durch die ziemlich starke Temperaturdifferenz infolge der Verdunstung des Äthers im Schirme entsteht, vielleicht auch auf den raschen Wechsel der Temperatur selbst.

Besonders wichtig erscheint mir der Umstand, dass der Schirm sehr deutlich aufleuchtet, wenn man ihn anhaucht. Dies kann leicht zu Täuschungen führen, wenn man Beobachtungen über die Aktivität anderer Körper machen will und sich dabei unwillkürlich dem Schirme sehr nähert.

Auffallend ist noch folgendes. Nachdem der Schirm mit kaltem Wasser bespritzt war, leuchtete er an der getroffenen Stelle sehr schön. Allmählich wurde das Leuchten immer schwächer. Behaucht man dann den angetrockneten oder fast trockenen Schirm, so leuchten nur die vorher vom Wasser nicht benetzten Teile, während sich die vorher benetzten nun dunkel von der hellen Umgebung abheben. Ist der Schirm wieder ganz trocken und wird ins Sonnenlicht gehalten, so leuchtet er wieder im ganzen.

Vorstehende Mitteilung möchte ich als vorläufige bezeichnen, weitere Beobachtungen sollen sich anschliessen. Die Erklärung wird wohl eine einfache sein; immerhin glaube ich, dass die, mir wenigstens meist neuen Erscheinungen aus dem oben angegebenen Grunde eine gewisse praktische Bedeutung besitzen.

Freiburg (Schweiz).

(Eingegangen 17. März 1904.)

## Die Einwirkung von Selenzellen auf die photographische Platte.

(Bemerkung zu: Neue Strahlen oder eine neue Emanation von J. J. Taudin Chabot.)

Von G. Berndt.

In dieser Zeitschrift 5, 103, 1904, beschreibt Herr Taudin Chabot einen Versuch, wonach eine von einem elektrischen Strome durchflossene Selenzelle auf eine photographische Platte einwirkt, derart, dass ein Aluminiumblech eine deutliche Silhouette giebt und feine Querstreifen auftreten, die den Drähten der Zelle entsprechen. Er glaubte, aus diesen Versuchen den Schluss ziehen zu dürfen, dass von der Selenzelle neue Strahlen oder eine neue Emanation ausgeht.

Ich habe diesen Versuch mit meinen Zellen auf Kohle [1]) wiederholt, mit der Vorsichtsmassregel, dass ich sowohl den Streifen aus Aluminiumblech, welcher den mittleren Teil der Zelle verdeckte, von dieser, als auch die Platte von dem Aluminiumstreifen durch eine dünne Luftschicht trennte, damit nicht durch den Kontakt Zelle — Aluminium — photographische Platte eine chemische Wirkung auftrat und die Platte dadurch geschwärzt wurde. Soviel ich sehe, hat Herr Taudin Chabot diese Vorsichtsmassregel nicht angewendet, und seine

1) Diese Zeitschrift 5, 121, 1904.

Versuche scheinen deshalb wohl nicht ganz einwandsfrei. —

Die Zellen waren längere Zeit unbelichtet gewesen; die photographische Platte wurde im Dunkeln auf die Zelle gebracht und 172 Stunden der Wirkung derselben ausgesetzt; die eine Zelle war stromlos, die andere wurde von einem Strome von der Grössenordnung $10^{-5}$ durchflossen. Die Platten wurden dann, gleichfalls im Dunkeln, in den Entwickler gebracht. Es zeigte sich auf denselben auch nicht die geringste Andeutung.

Wenn auch der von mir verwendete Strom wesentlich schwächer war als der von Herrn Taudin Chabot, so hätte doch zum mindesten die Silhouette des Aluminiumstreifens erscheinen müssen, da dies nach Angabe von Herrn Taudin Chabot auch bei der nicht stromdurchflossenen Zelle der Fall war.

Ich kann deshalb die Vermutung nicht von der Hand weisen, dass bei den Versuchen von Herrn Taudin Chabot Fehler durch den Kontakt der photographischen Platte mit dem Aluminiumblech und der Selenzelle aufgetreten sind. Es wäre erwünscht, wenn auch von anderer Seite diese Versuche unter den nötigen Vorsichtsmassregeln wiederholt werden würden.

Physik. Labor. des Städt. Höh. Techn. Inst. Cöthen, März 1904.

(Eingegangen 18. März 1904.)

## Einige Beobachtungen über das elektrische Verhalten der Atmosphäre am Meere.

Von A. Löwy und Franz Müller.

In Fortsetzung früherer Untersuchungen über den Einfluss des Höhenklimas auf die Funktionen des menschlichen Organismus haben wir im verflossenen Sommer gleichartige Untersuchungen über den Einfluss des Seeklimas ausgeführt. Um einen tieferen Einblick in die Ursachen etwaiger Veränderungen des Stoffumsatzes zu erlangen, wurden sowohl im Gebirge wie an der See meteorologische Beobachtungen angestellt und speziell das Verhalten des Potentialgefälles und der Ionisation der Luft mittels des Elster-Geitelschen Apparates verfolgt. Über die Resultate der Untersuchungen in den Alpen hat bereits vor einiger Zeit W. Caspari in dieser Zeitschrift 3, 521, 1902 berichtet. Es sollen im folgenden Beobachtungen mitgeteilt werden, die wir in Westerland auf Sylt und auf Helgoland angestellt haben. Obwohl nicht zahlreich im Vergleich zu den Beobachtungen der Herren Elster und Geitel auf Juist und Spitzbergen[1]), dürften sie doch einiges Interessante bieten und mögen als weiteres Material für das Verhalten der Luftelektrizität am Meeresstrande dienen.

Die Versuche wurden zum grössten Teil in Westerland auf der Düne, also ca. 40 m über dem Meeresspiegel und etwa 50 m vom Meer entfernt, einige unmittelbar am Meere, und in Helgoland zum Teil auf der sogenannten Düne, d. h. der flachen, der Insel vorgelagerten Sandbank, zum Teil auf dem Plateau der Insel, dem sogenannten Oberland, angestellt. Sie wurden derart ausgeführt, dass die erste Ablesung wie üblich 5 Minuten nach der Ladung stattfand, dann jedoch folgte nach abermals 5 Minuten eine zweite, nach weiteren 10 Minuten eine dritte und nach 5 Minuten eine vierte. Für die Berechnung wurden die Ablesungen so kombiniert, dass durch Zusammenfassung der ersten und dritten und zweiten und vierten sich 2 je 15 Minuten währende Beobachtungsperioden ergaben. (In der folgenden Tabelle A sind die ersten Werte mit I, die zweiten Werte mit II bezeichnet.) Wir thaten dies, da nach der Ansicht massgebender Autoren ein Abwarten von nur 5 Minuten vom Moment der Ladung ab nicht immer genügt, um Unregelmässigkeiten in der Entladung des Elektroskops auszuschalten. Im folgenden wollen wir uns nun zuerst auf die I-Werte beziehen, da sie mit allen von anderen Beobachtern gewonnenen direkt vergleichbar sind:

Betrachten wir zunächst die auf der Westerländer Düne gewonnenen Daten, so beträgt der Maximalwert von $a_- = 2{,}21$, der von $a_+$ 1,08, der Minimalwert von $a_-$ 1,16 und von $a_+$ 0,32. Das Gesamtmittel ergiebt sich zu: $a_- = 1{,}56$, $a_+ = 0{,}64$.

Vergleichen wir diese Mittelwerte mit den von anderen Forschern gewonnenen, so liegen die Zerstreuungswerte der negativen Ladung ein wenig über dem von Elster und Geitel in Wolfenbüttel[2]) und von Caspari[3]) in Brienz erhaltenen Mittelwert ($a_-$ 1,36 bezw. 1,27), bleiben dagegen hinter den von W. Saake in Arosa gefundenen[4]) zurück ($a_-$ 1,97). Demgegenüber ist der Zerstreuungswert der positiven Ladung bei uns auffallend niedrig: In Wolfenbüttel betrug das Mittel von $a_+$ 1,30, in Brienz 1,14, in Arosa 1,16. Daher fanden wir für $\frac{a_-}{a_+} = q$ einen verhältnismässig hohen Mittelwert $= 2{,}68$ (Wolfenbüttel 1,05, Brienz 1,26, Arosa 1,22). Es liess sich also eine deut-

1) J. Elster, Messungen des elektrischen Potentialgefälles auf Spitzbergen und Juist. Terr. Magn. 1902.

2) J. Elster und H. Geitel, Messungen der Elektrizitätszerstreuung in der freien Luft. Wien. Sitz.-Ber. III, IIa, 1902.

3) loc. cit.

4) Diese Zeitschr. **4**, 626, 1903.

Tabelle A.

| Datum | Zeit | Ort Sylt | Wetter | Windstärke, Richtung | Barometerstand | I | | | | | II | | | | | Potentialgefälle in Volt pro 1 m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $E_-$ | $E_+$ | $a_-$ | $a_+$ | $q$ | $E_-$ | $E_+$ | $a_-$ | $a_+$ | $q$ | |
| 11./VIII. | $6^{5}$p | Düne | Etwas bewölkt, zeitweise Sonne | $W_2$ | 762,0 | 5,556 | 2,405 | 1,218 | 0,527 | 2,310 | 5,595 | 2,921 | 1,227 | 0,640 | 1,915 | 452 |
| 13. „ | 10a | „ | Sonne | $W_2$ | 762,5 | 5,476 | 1,739 | 1,201 | 0,318 | 3,149 | 5,271 | 1,846 | 1,156 | 0,405 | 2,855 | 598 |
| 14. „ | 10a | Strand auf Buhne | Sonne, Meer ruhig, Ebbe | $SO_2$ | — | **6,104** | **5,827** | **1,339** | **1,278** | **1,048** | **5,299** | **7,389** | **1,162** | **1,621** | **0,717** | **199** |
| 14. „ | 12 | Düne | Sonne | $SO_3$ | 756,0 | 7,433 | 3,540 | 1,630 | 0,776 | 2,100 | 7,869 | 4,400 | 1,726 | 0,965 | 1,788 | 609 |
| 15. „ | 12 | „ | Sonne | $SW_4$ | 748,0 | 10,117 | 4,210 | 2,209 | 0,923 | 2,403 | 10,936 | 5,293 | 2,398 | 1,161 | 2,066 | 344 |
| 16. „ | 4p | Strand 5 m vom Wasser | Sonne, mittlere Wellen, steigende Flut | $W_5$ | 753,5 | **7,222** | **3,092** | **1,584** | **0,678** | **2,336** | **8,765** | **2,885** | **1,922** | **0,633** | **3,038** | **302** |
| 16. „ | $5^{30}$p | Düne | Sonne | $W_5$ | — | 6,339 | 1,561 | 1,390 | 0,342 | 4,061 | 6,420 | 2,242 | 1,408 | 0,492 | 2,864 | 990 |
| 23. „ | 3p | Strand 10 m vom Wasser | Leicht bewölkt, zeitweise Sonne, fallende Flut | $SO_3$ | 758,8 | **5,471** | **3,814** | **1,200** | **0,836** | **1,434** | **4,380** | **4,998** | **0,960** | **1,096** | **0,876** | **335** |
| 23. „ | 5p | Düne | Zunehmende Bewölkung, Regen droht | $SO_4$ | — | 7,633 | 4,948 | 1,674 | 1,085 | 1,543 | 7,302 | 5,763 | 1,601 | 1,264 | 1,267 | 610 |
| 25. „ | 6p | „ | Sonne | $SW_3$ | 758,0 | 8,746 | 2,101 | 1,918 | 0,461 | 4,163 | 8,107 | 1,352 | 1,778 | 0,296 | 5,996 | 780 |
| 28. „ | $12^{30}$ | „ | Sonne, Meer sehr bewegt | $W_6$ | 758,0 | 5,281 | 3,139 | 1,158 | 0,688 | 1,682 | 4,336 | 3,913 | 0,951 | 0,858 | 1,108 | — |
| Gesamtmittel | | Sylt | | | | | | **1,512** | **0,719** | **2,384** | | | **1,488** | **0,857** | **2,226** | **522** |
| Versuche auf Düne | | „ | | | | | | **1,563** | **0,641** | **2,676** | | | **1,541** | **0,760** | **2,482** | **626** |
| Versuche a. Strand | | „ | | | | | | 1,374 | **0,931** | **1,606** | | | 1,348 | **1,117** | **1,543** | **278** |

Helgoland.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3./IX. | $12^{30}$ | Düne 10 m v. Wasser, N-Spitze | Sonne, dann leicht bedeckt, Ebbe, Wind direkt vom Wasser | $WNW_2$ | | **4,670** | **3,047** | **1,024** | **0,668** | **1,533** | **3,515** | **3,020** | **0,771** | **0,662** | **1,164** | **490** |
| 4. „ | $2^{30}$p | „ | Sonne, Ebbe, Meer sehr ruhig | $SO_1$ | | **5,821** | **1,197** | **1,276** | **0,262** | **4,863** | — | — | — | — | — | — |
| 3. „ | 5p | Oberland, SW-Seite | Sonne, warm, später leicht bewölkt | — | | 7,280 | 0,397 | 1,596 | 0,871 | 1,834 | 6,040 | — | 1,324 | — | — | 668 |
| 4. „ | 5p | Dito, NW-Rand, direkt zum Meer | Sonne verdeckt Kumuli | $SO_1$ | | 7,253 | 4,152 | 1,590 | 0,910 | 1,747 | 7,556 | 4,506 | 1,657 | 0,988 | 1,677 | 490 |

lich erhöhte, negative Unipolarität konstatieren.

Wenden wir uns weiter zu den drei direkt am Meere gemachten Doppelbestimmungen, so kann es nicht wundernehmen, dass die Mittelwerte niedriger liegen ($a_+ = 1{,}37$, $a_- = 0{,}93$, $q = 1{,}61$), da ja Elster und Geitel eine Abhängigkeit dieser Konstanten von der Luftfeuchtigkeit in dem Sinne erwiesen haben[1]), dass die Zerstreuungswerte mit wachsender relativer Feuchtigkeit abnehmen. Andererseits werden freilich wohl auch am Meeresstrande Verhältnisse mitspielen, wie sie Lenard in eingehender Weise an Wasserfällen studiert hat.[1]) Dort wird durch das stürzende Wasser infolge starker negativer Ionisation der Umgebung der positive Zerstreuungswert abnorm hoch, während umgekehrt bei Salzwasserzerstäubung mit über 0,01 Proz. Kochsalzgehalt der negative Zerstreuungswert wächst. Unsere Werte sind übrigens zu gering an Zahl, als dass man sich erlauben dürfte, aus ihnen allein charakteristische Differenzen zwischen Strand und Düne abzuleiten. Dasselbe gilt für die Versuche auf Helgoland. Auch ihre geringe Zahl gestattet vorerst nicht, auf die Unterschiede zwischen den

1) loc. cit. S. 964/965.

1) Wied. Ann. **46**, 584, 1892.

Bestimmungen auf dem Oberland und am Strande entscheidenden Wert zu legen. Deutlich ist immerhin am Strande eine Abnahme des positiven Zerstreuungswertes. Das Niveau aller Helgoländer Werte liegt ungefähr auf der gleichen Höhe wie in Westerland.

Sehr auffällig ist der Wert von $q$ am 4. September, der auf der Düne gefunden wurde (4,86). Es handelte sich um einen absolut windstillen, klaren, sonnigen Tag bei völlig ruhigem Meere. Die Witterung dieses Tages war durchaus nicht von dem der übrigen Tage zuvor verschieden, an denen die Werte von $q$ um 1,7 herum lagen. Der hohe Wert ist im wesentlichen bedingt durch eine sehr geringe positive Zerstreuung. Auch in Westerland haben wir vereinzelt ähnliche Verhältnisse gefunden. Zweimal, am 16. und 25. August, war der Wert von $q$ fast so hoch wie in Helgoland (4,06 bez 4,16), und auch hier kam er durch abnorm niedrige positive Zerstreuung zustande. Die Witterung dieser Tage erwies sich ebenfalls, soweit die gewöhnlichen meteorologischen Faktoren in Betracht kommen (s. Tab. B), nicht auffällig verschieden von der der anderen, so dass wir die Erklärung in vielleicht von uns noch nicht zu übersehenden Faktoren zu suchen haben.

Vergleichen wir unsere Resultate mit den von Elster und Geitel in Juist gefundenen, so sind ihre Mittelwerte aus 120 Einzelbeobachtungen während des Juli 1901 für $a-$ 1,54, $a+$ 1,17, $q$ 1,32, also niedriger als die unsrigen. Sie bemerken aber ausdrücklich, dass fast immer Landwinde herrschten. „An den wenigen Tagen mit steiler Seebrise wurden Zerstreuungskoeffizienten erhalten, welche die im Binnenlande bislang beobachteten Maxima um etwa 1 Proz. übertrafen." Und so finden sie Maximalwerte von $a-$ 4,70 und $a+$ 3,75, aber keine hohen Quotienten. Es scheint demnach fast, als ob die Art des Windes von ausschlaggebendem Einfluss auf die Ionisation der Seeluft ist.[1]) Höher liegt das Niveau ihrer Beobachtungen auf Spitzbergen. (Mittelwert: $a-$ 4,62, $a+$ 2,88, Maximalwert: $a-$ 10,20, $a$ 6,03, $q$ 1,60.) Der Unterschied gegenüber unseren Beobachtungen liegt darin, dass die absoluten Zerstreuungswerte viel grösser sind, und die von ihnen gefundene höhere Leitfähigkeit sich sowohl auf positive wie negative Elektronen bezieht, während sie in unseren Versuchen nur für die negativen Elektronen und in geringerem Masse ausgesprochen ist. Bekanntlich sind die Werte von $q$ im Hochgebirge und auf Bergspitzen besonders hoch, wobei zugleich auch das Potentialgefälle ein erhebliches ist. Wenn auch die von uns für das Potentialgefälle ermittelten Werte nicht gerade als niedrig bezeichnet werden können und grösser sind als die in Spitzbergen beobachteten (Tab. A), so scheinen sie doch nicht von der Ordnung zu sein, dass sie zur Erklärung der Erhöhung des Wertes von $q$ allein ausreichen.

Betrachten wir zum Schluss noch einmal die mit II bezeichneten Beobachtungen der Tabelle A (10. bis 25. Minute nach der Ladung), so zeigen sie allerdings Differenzen gegen I, und zwar in dem Sinne, dass das Mittel der II-Werte bei negativer Ladung niedriger, bei positiver höher liegt als bei I. Die Abweichung von $a-$ ist relativ geringfügig, von $a+$ aber erheblicher. Daraus folgt dann, dass der Mittelwert von $q$II niedriger liegt als der von $q$I. Mögen nun diese oder jene Zahlen als die der Wahrheit näher kommenden zu betrachten sein, so werden durch diese Schwankungen doch die Eigentümlichkeiten der Elektrizitätszerstreuung der Seeluft, wie sie unsere Versuche für das Nordseeklima ergeben haben, — d. h. die negative Unipolarität — nicht verwischt.

Wir hatten seinerzeit im Gebirge als auffallende Wirkung des Höhenklimas auf den menschlichen Organismus eine Steigerung des Stoffumsatzes gefunden, die nicht auf die Dünnheit der Höhenluft zu beziehen war. Eine Wirkung derselben Art übt auch das Seeklima aus. Da sich nun das Verhalten der Ionisation der Luft in beiden Klimaten als ein vom binnenländischen Niederungsklima verschiedenes und unter sich ähnliches erwiesen hat, so wäre es immerhin möglich, dass ihm auch ein Anteil an der physiologischen Wirkung zukommt. Hierauf haben bereits E. Aschkinass und W. Caspari hingewiesen.[1]) Nach den neuesten Untersuchungen von Elster und Geitel und von Saake[2]) kann die starke Ionisation der Luft auf dem Vorhandensein radioaktiver Stoffe beruhen. Diese Radioaktivität der Luft ist jedoch abhängig von dem Gehalt des Bodens an radioaktiven Substanzen, die der Luft mitgeteilt werden. Da für Westerland einschlägige Untersuchungen über etwaige Radioaktivität der Luft nicht vorliegen[3]), so lässt sich vorläufig nicht

1) Damit stimmt auch gut überein, dass E. und G. in Wolfenbüttel ein Maximum bei Nordwind, ein Minimum bei Südost erzielten. Sie deuten dies Ergebnis in der Weise, dass die nördlichen Luftströmungen reine Luft von der See mit sich führen, deren grössere Leitfähigkeit sich noch bis nach Mitteldeutschland hinein bemerklich macht. (loc. cit. pag. 967.) Bezüglich der meteorologischen Faktoren während unserer Versuche sei auf Tabelle B verwiesen.

1) E. Aschkinass und W. Caspari: Über den Einfluss dissoziierender Strahlen auf organische Substanzen, insbesondere über die bakterientötende Wirkung der Becquerel-Strahlen. Pflügers Archiv **88**.

2) J. Elster und H. Geitel: Über die radioaktive Substanz, deren Emanation in der Bodenluft und der Atmosphäre enthalten ist. Diese Zeitschr. **5**, 1, 11—20, 1904 und **4**, 522, 1903; W. Saake, diese Zeitschr. **4**, 626, 1903.

3) Auf Juist fanden Elster und Geitel sehr niedrige Aktivierungszahlen.

## Meteorologische Tabelle B.

August 1903 Westerland. — Ortszeit (27 Minuten vor mitteleurop. Zeit).

| Datum | Temperaturextreme abgelesen 9h p | | Differenz | Lufttemperatur | | | | Bewölkung 0—10 | | | | Zug und Cirri aus | | Wind: Richtung und Stärke 0—12 | | | Niederschläge | | ⊤Z→ Gewitter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Max. | Min. | | 7a | 2p | 9p | Tagesmittel | 7a | 2p | 9p | Tagesmittel | 7a | 2p | 7a | 2p | 9p | Höhe 7a | Form und Zeit | |
| 9. | 18,0 | 11,8 | 6,2 | 15,7 | 16,8 | 15,0 | 15,6 | 8 | 7 | 2 | 5.7 | | | $S_3$ | $SW_4$ | $W_3$ | | | |
| 10. | 16,5 | 14,3 | 2,2 | 16,0 | 16,0 | 15,0 | 15,6 | 9 | 10 ●⁰ | 7 | 8,7 | | | $SW_3$ | $SW_3$ | $W_3$ | | ●⁰sch 1—2p | |
| 11. | 16,3 | 13,3 | 3,0 | 14,3 | 16,0 | 14,0 | 14,6 | 9 | 5 ⊙ | 1 | 5,0 | | | $W_4$ | $NW_3$ | $W_1$ | 0,4 | | |
| 12. | 14,2 | 11,3 | 2,9 | 12,0 | 14,0 | 12,7 | 12,8 | 10 ●′ | 10 | 9 | 9,7 | | | $SO_1$ | $O_3$ | $NO_3$ | 3,9 | ●′ 5a—11a ●sch p | |
| 13. | 16,5 | 12,3 | 4,2 | 14,6 | 16,5 | 13,1 | 14,3 | 5 ⊙ | 5 ⊙ | 7 | 5,7 | SW | SW | $WW_3$ | $SW_3$ | $SW_1$ | 6,5 | | |
| 14. | 22,4 | 12,3 | 10,1 | 15,0 | 21,8 | 19,7 | 19,1 | 7 ⊙ | 8 ⊙ | 9 | 8,0 | | | $SO_2$ | $SO_3$ | $SO_4$ | () | | |
| 15. | 20,5 | 14,7 | 5,8 | 17,0 | 19,6 | 16,0 | 17,2 | 9 | 2 ⊙ | 5 | 5.3 | | | $SW_4$ | $SW_3$ | $SW_4$ | 0,5 | ●⁰n ●′sch 5—6p | ⊤Z→, Donner 5h40, Dauer ½h, Regen von 6p—6½, Wind S—$NO_1$. |
| 16. | 16,4 | 12,8 | 3,6 | 15,0 | 15,6 | 13,5 | 14,4 | 7 ●⁰ | 5 ⊙ | 10 ●′ | 7.3 | | | $SW_5$ | $W_5$ | $W_5$ | 2,3 | ●⁰sch a—p | |
| 17. | 16,5 | 12,5 | 4,0 | 14,7 | 16,1 | 13,0 | 14,2 | 5 ⊙ | 4 ⊙ | 2 | 3.7 | | | $NW_4$ | $W_3$ | $NW_3$ | 3,1 | | |
| 18. | 16,6 | 11,3 | 5,3 | 14,0 | 15,7 | 12,0 | 13,4 | 5 ⊙ | 9 | 9 | 7.7 | | | $N_2$ | $NO_2$ | $NO_2$ | — | ●′ 3p—7p | |
| 19. | 15,5 | 12,8 | 2,7 | 14,0 | 15,1 | 13,2 | 13,9 | 6 ⊙ | 5 ⊙ | 3 | 4.7 | | | $NW_4$ | $NW_4$ | $NW_4$ | 4,4 | ● n | |
| 20. | 16,5 | 11,8 | 4,7 | 12,2 | 16,0 | 13,0 | 13,5 | 10 ●′ | 5 ⊙ | 10 ●′ | 8.3 | | | $W_2$ | $SW_4$ | $SW_4$ | 1,1 | ●′ 6—7½a ● 12—1p ●′ spät | ⊤Z→ SW Zug nach O 6½a bis 6¾a, ⊤Z→ 12½—¾ SW. |
| 21. | 16,4 | 12,3 | 4,1 | 15,3 | 15,5 | 13,5 | 14,5 | 10 ●′ | 3 ⊙ | 2 | 5,0 | | | $SW_7$ | $SW_6$ | $W_4$ | 23,4 | ●′n—8a | Windstärke: Sturm 7—8 SW bis W a. |
| 22. | 17,0 | 11,0 | 6,0 | 15,0 | 16,2 | 11,0 | 13,3 | 5 ⊙ | 3 ⊙ | 2 | 3.3 | | | $SW_3$ | $NW_2$ | C | 0,2 | | |
| 23. | 18,3 | 18,5 | 9,8 | 13,0 | 18,3 | 13,8 | 14,7 | 8 | 10 ●⁰ | 10 ●′ | 9.3 | | | $SO_2$ | $SO_4$ | $O_3$ | | ● 6p n ○ fr (Tau) | |
| 24. | 16,5 | 10,8 | 5,7 | 11,0 | 15,5 | 15,0 | 14,1 | 9 | 7 ⊙ | 10 | 8,7 | | NO | $NO_1$ | $O_2$ | $W_2$ | 13,7 | ●′n | |
| 25. | 18,0 | 13,0 | 5,0 | 13,8 | 17,0 | 13,0 | 14,2 | 9 | 5 ⊙ | 5 | 6,3 | | | $SO_2$ | $W_3$ | C | 0,4 | ●⁰sch n ●sch p | |
| 26. | 14,8 | 12,3 | 2,5 | 14,0 | 14,8 | 14,0 | 14,2 | 5 ◠ | 8 | 10 | 7.7 | | | $WW_3$ | $NW_2$ | $W_4$ | 4,0 | ●ⁿn—a ◠ a | |
| 27. | 16,2 | 13,3 | 2,9 | 15,5 | 16,0 | 16,2 | 16,0 | 9 | 9 | 10 | 9.3 | | | $SW_3$ | $SW_4$ | $SW_5$ | 1,1 | — | |
| 28. | 17,0 | 12,5 | 4,5 | 15,2 | 16,1 | 15,0 | 15,3 | 6 ⊙ | 5 ⊙ | 5 | 5.3 | | | $W_5$ | $W_6$ | $W_5$ | 3,4 | ● n | |
| 29. | 15,8 | 11,8 | 4,0 | 13,6 | 15,6 | 13,0 | 13,8 | 10 ● | 6 ⊙ | 7 | 7.7 | | | $W_4$ | $NW_5$ | $NW_5$ | 5,0 | ● n—a | |

Zeichenerklärung: a = vormittags, p = nachmittags, n = nachts, fr = frühmorgens; ⊙ = Sonne, ●⁰ = Regen schwach, ●′ = Regen stärker, sch = Regenschauer; ◠ = Regenbogen, C = Wind von SW nach NO ziehend, ⊤Z→ = Gewitter.

sagen, ob die von uns gefundene Ionisation der Luft auf dieser beruht oder andere Ursachen hat. Vorausgesetzt also, dass Ionisation der Luft eine den Stoffwechsel anregende Wirkung hat, so könnte trotzdem der eigentlich wirksame Faktor am Meere und im Hochgebirge ein verschiedener sein.[1])

Zum Schlusse sei es uns gestattet, Herrn Oberstleutnant v. Scharfenort, Seebade-Direktor auf Sylt, sowie Herrn Kapitän Ohlser, Vorstand der meteorologischen Station, unseren aufrichtigen Dank für die freundlichst geleistete Hilfe auszusprechen.

1) Ähnliche Ansichten hat kürzlich W. Caspari in einem kritischen Referat der Arbeit von Saake in der „Umschau" (1904) geäussert.

Berlin, im Februar 1904.

(Eingegangen 25. Februar 1904.)

## Die Messung kleiner Kapazitäten mittels einer messbar veränderlichen Normalkapazität.

Von H. Gerdien.

Herr F. Harms[1]) hat kürzlich auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die einer exakten Messung kleiner Kapazitäten, insbesondere luftelektrischer Apparate, nach den gewöhnlichen Methoden entgegenstehen, und hat ein Verfahren beschrieben, das zur Bestimmung der Kapazität eines aus mehreren Konduktoren bestehenden Systems dient, dessen Teilkapazitäten durch Ladungsteilung gefunden werden.

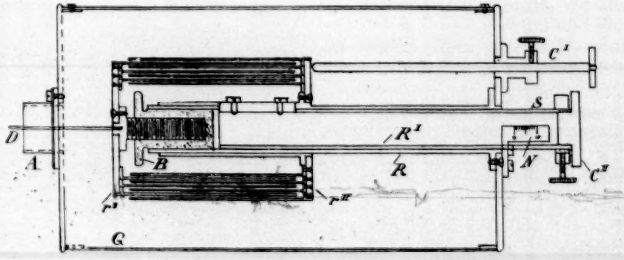
Im allgemeinen wird man in der luftelektrischen Messtechnik durch Betrachtung der Gesamtkapazität als Summe der Teilkapazitäten kaum einen Fehler begehen, der die Ablesungsfehler am Exner-Elster-Geitelschen Elektrometer beträchtlich übersteigt. Sicher aber wird der Fehler weniger in Betracht kommen als z. B. die Unsicherheit in der Messung der Fördermenge des Aspirators bei dem Ebertschen Aspirationsapparat[2]) zur Bestimmung des Ionengehalts, wenn man die Vorsicht gebraucht, Normalkapazitäten zu verwenden, die die unbekannte Kapazität erheblich an Grösse übertreffen, und die Trennung in Teilkapazitäten an Stellen möglichst kleiner Kraftliniendichte vorzunehmen.

Als Normalkapazitäten sind Kugeln nicht zu empfehlen; denn bei kleinen Kugeln bringt der isolierende Träger und die Zuleitung, auch wenn sie aus sehr feinem Drahte besteht, eine Kapazitätsänderung hervor, die sich jeder Schätzung entzieht; bei grossen Kugeln treten diese Fehlerquellen zwar zurück, doch verursacht dann die Annäherung des Experimentators und Dislokationen von geerdeten oder geladenen Konduktoren in ihrer Nachbarschaft grosse Störungen. Auch erschwert der infolge des weit in die leitende Luft hineingreifenden Feldes nicht unbeträchtliche Ladungsverlust das Arbeiten. Vielmehr sind wegen ihres geschlossenen Kraftfeldes Platten- oder Cylinderkondensatoren als Normalkapazitäten zu empfehlen. Bei meinen luftelektrischen Arbeiten[1]) verwende ich zur Kapazitätsmessung einen Cylinderkondensator von messbar veränderlicher Kapazität, von dem die nachstehende Figur einen Achsenschnitt giebt. Innerhalb des Gehäuses $G$ befinden sich zwei Systeme konaxialer Röhren $r^I$ und $r^{II}$; das System $r^I$ wird von dem isolierenden Bernsteinstopfen $B$ getragen, der in dem mit der einen Stirnwand des Gehäuses $G$ verschraubten Rohre $R$ befestigt ist. Das Rohr $R$ dient dem System $r^{II}$ als Geradführung, welches mittels des nach aussen führenden Rohres $R^I$ parallel zur Achse verschoben werden kann, da es mit diesem durch einen in $R$ angebrachten Schlitz hindurch verschraubt ist. Auf dem Rohre $R^I$ ist eine Millimeterskala $S$ angebracht, deren Verschiebung an dem mit dem Gehäuse $G$ verbundenen Nonius $N$ abgelesen werden kann; der die Stirnwand des Gehäuses durchsetzende klemmbare Stift $C^I$ und der auf dem Rohre $R$ klemmbare Ring $C^{II}$ dienen als verstellbare Anschläge für das bewegliche Rohrsystem $r^{II}$. Von dem isolierten Rohrsystem $r^I$ führt centrisch

1) Diese Zeitschrift **5**, 47, 1904.

2) Diese Zeitschrift **2**, 662, 1901 und Illustr. Aëronaut. Mitteilungen. 1902, Heft 4.

1) Diese Zeitschrift **4**, 632, 1903.



durch den Rohransatz $A$ ein hartgezogener dünner Messingdraht ins Freie, mittels dessen beliebige Leitersysteme an die veränderliche Kapazität angeschlossen werden können; das Ansatzrohr $A$ wird für die Zeit des Nichtgebrauchs zur Verhütung des Eindringens von Staub etc. in das Innere des Gehäuses durch eine Kappe (in der Figur fortgelassen) verschlossen. Das Gehäuse ist mit einem seitlich angebrachten Rohrstutzen (ebenfalls in der Figur fortgelassen) zur Einführung von Natrium versehen. Die Isolation ist infolge der vor Staub geschützten Lage des Bernsteinstopfens eine vorzügliche; der Ladungsverlust durch Isolationsfehler und Leitung der Luft ist bei geschlossenem Gehäuse und ineinander geschobenen Rohrsystemen erst nach mehreren Stunden nachweisbar. Infolge der soliden Ausführung[1]) des Apparates sind Deformationen der für Messzwecke wesentlichen Teile so gut wie ausgeschlossen und sind solche auch von mir bisher noch nicht beobachtet worden, obwohl das Instrument oft rücksichtsloser Behandlung ausgesetzt war.[2]) Die Kapazität des Systems ist vom Ineinandertauchen der Rohrsysteme bis nahe an die in der Figur wiedergegebene gegenseitige Lage derselben eine lineare Funktion der Skalenablesung.

Ist die zu jedem Skalenteil gehörende Kapazität des Kondensators bekannt, so lässt sich der Apparat in folgender Weise zu Kapazitätsbestimmungen verwenden. Man verbindet den Kondensator mit der unbekannten Kapazität $x$, die ein Elektrometer enthalten möge. Die Kapazität des Systems sei $K_1$; man ladet auf das Potential $p_1$, ändert die Kapazität um die dem Messbereich des Elektrometers entsprechend gewählte, bekannte Kapazität $c_1$ und liest das zugehörige Potential $p_2$ ab, dann ist:

$$\text{I.} \qquad K_1 = \frac{c_1 p_2}{p_1 - p_2}.$$

Es ist empfehlenswert, die gleichen Einstellungen unter Benutzung der Anschläge mehrmals zu wiederholen. Die gesuchte Kapazität $x$ wird nun durch Ladungsteilung bestimmt; ist sie hinreichend gross gegen die verfügbare Minimalkapazität des Kondensators, so ladet man sie zu dem Potential $p_3$, verbindet sie in der gleichen Weise wie bei I. mit dem Kondensator zu der schon ermittelten Kapazität $K_1$ und liest das Potential $p_4$ ab, dann ist

$$\text{II.} \qquad x = K_1 \frac{p_4}{p_3}.$$

Nimmt man als Verhältnis der mittels des Aluminiumblattelektrometers mit genügender Genauigkeit messbaren Minimalspannung zur Maximalspannung etwa 1:3 an, so ist das beschriebene Verfahren bei einer Minimalkapazität des Kondensators von etwa 25 cm noch zur Messung von Kapazitäten bis zu etwa 12 cm herunter verwendbar. Für noch kleinere Kapazitäten empfiehlt sich ein auch von Herrn F. Harms beschriebenes Verfahren; man hat zunächst nach I. die Gesamtkapazität des aus der unbekannten Kapazität $x_2$ und dem Kondensator gebildeten Systems zu bestimmen, muss dann das System $K_2$ auf $p_5$ Volt laden, die Kapazität $x$ entfernen, ihr Potential $p_6$ ablesen und sie entladen wieder mit dem Kondensator zum System $K_2$ mit dem Potential $p_7$ vereinigen. Dann gilt

$$\text{III.} \qquad x = K_2 \frac{p_5 - p_7}{p_6}.$$

Alle diese Methoden sind nur anwendbar, wenn zu dem System von unbekannter Kapazität schon ein Elektrometer gehört; ist dies nicht der Fall, so bereitet die exakte Messung kleiner Kapazitäten erhebliche Schwierigkeiten. Man kann sich in vielen Fällen dadurch helfen, dass man ein in gehörigem Massstabe vergrössertes Modell der zu messenden (Luft-)Kapazität herstellt und dessen Kapazität nach den bei grossen Kapazitäten gebräuchlichen Methoden ermittelt — die gesuchte Kapazität ist dann im Verhältnis der linearen Vergrösserung des Modells kleiner. Dieses Verfahren ist z. B. auch vorteilhaft, wenn es sich um Messung der Kapazitätsänderungen eines Blättchenelektrometers handelt, die durch Änderungen der Blättchendivergenz erzeugt werden.

Ein anderes Verfahren[1]) zur Messung sehr kleiner Luftkapazitäten kann man auf den Satz gründen, dass die elektrostatische Kapazität eines Systems umgekehrt proportional ist der Widerstandskapazität des Systems, wenn der Raum des Kraftfeldes von einem Elektrolyten erfüllt ist. Allerdings ist das Verfahren insofern fehlerhaft, als bei dem elektrisch geladenen System auch die isolierenden Träger von einer unter Umständen erheblichen Zahl von Kraftlinien durchsetzt werden, während sie in dem Stromgefäss von Stromlinien frei sind; für Isolatoren in Form langer, dünner Säulen oder Fäden tritt diese Fehlerquelle zurück. Bernsteinisolatoren wird man für die Messung der Widerstandskapazität zweckmässig durch solche aus Hartgummi oder Siegellack ersetzen und in ihrem Innern die Stromzuleitung anbringen. Natürlich müssen zu dieser Messung alle schlecht leitenden Oberflächenteile des Systems (z. B. Glasoberflächen), soweit von ihnen bei elektrischer Ladung des Systems Kraftlinien aus-

1) Der Apparat wird von der Firma Carl Diederichs (Inhaber Spindler & Hoyer) in Göttingen zum Preise von M. 120 hergestellt.

2) Es hat 4 Ballonlandungen, Wagentransport auf schlechten Wegen u. a. m. ohne Änderung seiner Konstanten überstanden.

1) Diese Methode hat F. Kohlrausch, Lehrbuch der prakt. Physik, 9. Aufl. 1901, S. 525, angedeutet.

gehen, mit gut leitender Oberfläche versehen werden. —

Es bleibt noch die Ermittelung des Skalenwertes des Kondensators zu beschreiben. Als Normalkapazität verwende ich einen Plattenkondensator (kreisrunde Messingplatten 16 cm Durchmesser, auf der Innenseite gut eben abgeschliffen), deren Abstand durch 3 Bernsteinsäulchen (4 mm Durchmesser) fixiert wird; es sind mehrere Sätze von verschiedener Länge (2, 3, 4 mm) in Gebrauch. Als Normalkapazität wird dabei nicht etwa die aus den Dimensionen des Plattenkondensators berechnete eingesetzt, da die von der Rückseite der geladenen Platte und von den Zuleitungen ausgehenden Kraftlinien durchaus nicht zu vernachlässigen sind, sondern die Änderung der Kapazität des Plattenkondensators [1]), die bei der Änderung des Plattenabstandes eintritt; das ganze äussere Kraftfeld darf bei kleinen Abstandsänderungen als unveränderlich betrachtet werden. Der Fehler, den man begeht, indem man die von 1 verschiedene Dielektrizitätskonstante der Bernsteinsäulchen unberücksichtigt lässt, ist bei den angegebenen Dimensionen kleiner als ein Prozent, und lässt sich durch Einschieben von mehr als 3 Säulen zwischen die Kondensatorplatten ermitteln. Man legt die Platten am besten horizontal, und zwar wird die untere Platte, in der Mitte unterstützt, in hinreichendem Abstande von der Tischplatte angebracht und geerdet. Auf die polierte und von Staub befreite Oberfläche stellt man drei Bernsteinsäulchen, die gut getrocknet sein müssen und nur mit der Pinzette berührt werden dürfen; auf diese legt man dann die obere, ebenfalls auf der polierten Unterseite gut gereinigte Platte. Der Zuleitungsdraht wird zur Mitte der oberen Platte geführt und muss genügend stark und hart sein, um sich selbst auf einige Dezimeter Länge zu tragen und die ihm einmal gegebene Form von Versuch zu Versuch beizubehalten.

Zur Auswertung des Messbereichs des Kondensators von veränderlicher Kapazität verbindet man diesen mit einem Elektrometer und dem Plattenkondensator zu einem Leitersystem, das die Kapazität $K$ und das Potential $p_1$ haben möge. Nun verschiebt man das bewegliche Röhrensystem des Cylinderkondensators um einen an der Skala des Apparates abzulesenden Betrag, wodurch das Potential $p_2$ auftreten und die Kapazität des ganzen Systems auf $K_1 + x$ anwachsen möge, dann gilt:

$$K \cdot p_1 = (K + x)\, p_2.$$

Nun wird die ursprüngliche Skalenablesung wieder hergestellt (am bequemsten mittels der Anschläge), der Plattenabstand des Normalkondensators durch Einsetzen anderer Bernsteinsäulchen geändert und das System auf $p_3$ Volt geladen. Die durch die Änderung des Plattenabstandes bewirkte Kapazitätsänderung sei $k$ [1]), dann ist, wenn nun wieder die variable Kapazität durch Verschiebung des beweglichen Systems um die gleiche Kapazität $x$ geändert und dann das Potential $p_4$ abgelesen wird

$$(K + k)\, p_3 = (K + k + x)\, p_4, \text{ also}$$

$$\text{IV.} \qquad x = k\, \frac{(p_1 - p_2) \cdot (p_3 - p_4)}{p_4\,(p_1 - p_2) - p_2\,(p_3 - p_1)}.$$

Auf diese Weise lässt sich die ganze Skala des Kondensators in cm-Kapazität auswerten; für viele Arbeiten genügt es, die mit voller Strenge messbaren Kapazitätsdifferenzen zu kennen, die zwischen je zwei Skalenteilen liegen. Will man auch die zu jedem Skalenteil gehörigen Absolutwerte der Kapazität ermitteln, so geschieht dies am einfachsten für die Maximalkapazität (bei dem von mir benutzten Instrument ist sie etwa = 533 cm) durch Ladungsteilung unter den oben erörterten Vorsichtsmassregeln, die es erlauben, die innerhalb der Beobachtungsfehler des Blättchenelektroskops liegenden Abweichungen der Gesamtkapazität eines Systems von der Summe der Einzelkapazitäten zu vernachlässigen. Natürlich ist der aus diesem Maximalwert und der scharf messbaren Differenz zwischen Maximal- und Minimalkapazität berechnete Minimalwert der Kapazität mit dem Fehler des Maximalwertes behaftet, daher prozentual erheblich ungenauer bestimmt als jener. Nach den von F. Harms angegebenen Methoden ist seine exakte Bestimmung mit grösserer Genauigkeit möglich.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, dass die von mir benutzte messbar veränderliche Kapazität eine ganze Reihe anderer Anwendungen gestattet. Zunächst lässt sich nach Isolierung des Gehäuses und Bedecken desselben mit einem geerdeten Schutzkasten die Harmssche Influenzierungsmethode durchführen. Mit Vorteil kann man den Kondensator auch zur Eichung von Blättchenelektrometern benutzen, wenn man, wie z. B. auf Reisen, nur eine kleine Normalbatterie mitführen kann. Von weiteren Anwendungen sei nur noch die Abstimmung elektrischer Schwingungskreise durch messbar veränderliche Kapazität hervorgehoben.

1) F. Kohlrausch, Lehrbuch der prakt. Physik, 9. Aufl. 1901, S. 524.

1) Für exakte Messungen muss auch die Plattendicke berücksichtigt werden; vergl. F. Kohlrausch, l. c.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, Februar 1904.

(Eingegangen 25. Februar 1904.)

## Ein Verfahren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit besonderer Berücksichtigung luftelektrischer Apparate.

Von H. Gerdien und H. Schering.

Die Bestimmung der spezifischen Ionenzahl mittels des von H. Ebert angegebenen Aspirationsapparates[1]) sowie die erweiterte Verwendung desselben zur Messung der spezifischen Ionengeschwindigkeit[2]) führen auf die Aufgabe, das Luftvolumen, das ein Aspirator in gemessener Zeit fördert, bezw. die Luftgeschwindigkeit, die er in einem Rohre erzeugt, exakt zu messen. Es ist uns nicht gelungen, die Genauigkeit der Fördermengenbestimmung nach dem von H. Ebert beschriebenen Verfahren[3]) über die Grenze von etwa 5 % hinaus su steigern. Da es uns wünschenswert erschien, die Genauigkeit zu erhöhen, daneben auch das lästige Operieren mit beträchtlichen Mengen von Ätherdampf entbehrlich zu machen, haben wir uns bemüht, einen Ersatz für das bisher übliche Messverfahren zu finden.

Ein brauchbares Resultat erzielt man schon durch Verwendung eines im Handel erhältlichen mit Zählwerk versehenen Flügel-Anemometers; ein solches Instrument entzieht jedoch dem zu messenden Luftstrom zur Überwindung der Reibungswiderstände im Zählwerk einen besonders bei kleinen Geschwindigkeiten prozentual sehr erheblichen Energiebetrag. Es wird also durch Einschalten des Anemometers in den Luftstrom dessen ursprüngliche Geschwindigkeit in merklichem Betrage vermindert; benutzt man es zur Eichung eines Aspirators, so muss man es auch dauernd mit ihm verbunden lassen. Die Messung kleiner Geschwindigkeiten wird infolge der unkontrollierbaren Veränderlichkeit der Reibung ungenau.

Es gelang uns in befriedigender Weise, diese Schwierigkeiten dadurch zu überwinden, dass wir ein Anemometer verwendeten, bei dem durch Fortlassen des Zählwerks die Reibung auf ein Minimum gebracht ist; die Umlaufsgeschwindigkeit wird mittels einer rotierenden Löcherscheibe gemessen.

Das Anemometer[1]) besteht aus einem Doppelflügel aus dünnem Aluminiumblech, der auf einer 1 mm dicken Stahlachse gut ausbalanciert befestigt ist; die Achse endigt in gehärteten Spitzen, die in Achathütchen mit etwas Spielraum gelagert sind. Die Träger der Achathütchen sind zur Verringerung der Wirbelbildung aus dünnem Messingblech hergestellt und derart in einem Messingrohr von 50 mm lichter Weite befestigt, dass die Achse des Anemometers mit derjenigen des Rohres zusammenfällt. Das Schutzrohr kann auf das freie Ende des Rohres aufgesteckt werden, das den äusseren Mantel des Cylinderkondensators des Ebertschen Aspirationsapparates bildet.

Die Luftgeschwindigkeit in dem Cylinderkondensator ist in beistehendem Diagramm (Fig. 2)

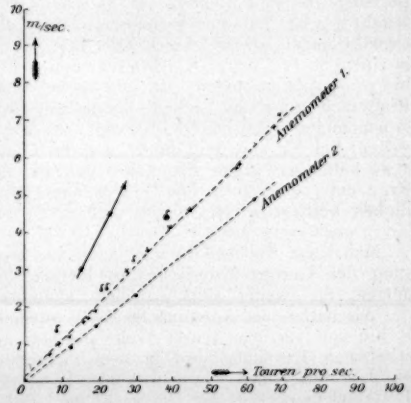



Fig. 2.

(ausgezogene Kurve) in ihrer Abhängigkeit von der Umlaufsgeschwindigkeit des Aspirators dargestellt; sie ist innerhalb der Fehlergrenzen unserer Messungen derselben proportional (über die Eichung des Anemometers s. u.). Wir überzeugten uns durch Einschalten eines zweiten Anemometers davon, dass die Geschwindigkeit des Luftstromes nur um weniger als 1 % durch das Anemometer vermindert wird.

Die stroboskopische Messung der Tourenzahl des Anemometers ist grosser Genauigkeit fähig, wenn man für gute Beleuchtung des rotierenden Doppelflügels Sorge trägt. Der Löcherscheibe giebt man zweckmässig mehrere Löcher-

1) Diese Zeitschrift **2**, 662—664, 1901.
2) Diese Zeitschrift **4**, 632—635, 1903.
Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen; Math. phys. Klasse 1903, Heft 6.
3) Illustr. Aëronaut. Mitteil. 1902, Heft 4.

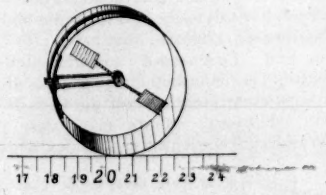



Fig. 1.

1) Verfertiger: Carl Diederichs (Inhaber Spindler und Hoyer) Göttingen.

reihen, deren Löcherzahlen sich wie 1 : 2 : 4 .... verhalten. Man reguliert die Umlaufsgeschwindigkeit der am besten von einem Elektromotor angetriebenen und mit Tourenzähler versehenen Löcherscheibe so, dass man in einer der Löcherreihen den Doppelflügel ruhen sieht. Schwankt die Tourenzahl des Anemometers oder der Löcherscheibe, so wird durch Zählen der Umdrehungen, die das Bild des Doppelflügels während der Zeit der Messung ausführt, die erforderliche Korrektion der Tourenzahl ermittelt. Die Messung von Tourenzahlen mittels der rotierenden Löcherscheibe ist keine eindeutige; man findet leicht die Verhältniszahl der Touren des Anemometers zu denjenigen der Löcherscheibe, indem man beide unter dauernd erhaltener Einstellung langsam von Null bis zu dem zu messenden Werte steigert.

Die Eichung des Anemometers konnten wir mittels des Glockengasometers im hiesigen Institut für technische Physik [1]) ausführen; durch Belasten bezw. Entlasten der Glocke (Querschnitt = 4,84 qm) und Regulierung des Luftstromes mittels eines Drosselventils liessen sich in einem 50 mm weiten Rohr Geschwindigkeiten bis zu 8 m/sec herstellen. In dem umstehenden Diagramm sind die Eichungskurven für zwei Anemometer (gestrichelte Kurven) wiedergegeben; bei Nr. 1 stehen die Ebenen der Flügel etwa unter 30° gegen die Achse geneigt, bei Nr. 2 unter etwa 45°. Die Schwellengeschwindigkeit beträgt bei Nr. 1 etwa 0,08 m/sec, bei Nr. 2 etwa 0,05 m/sec.

Man kann das Anemometer auch zur Messung der Luftgeschwindigkeit in Rohren benutzen, die weiter sind als das Schutzrohr. Wir haben das Anemometer Nr. 1 in einem Rohre von 120 mm lichter Weite geeicht; die erhaltenen Resultate sind in dem Diagramm durch $\delta$ bezeichnet. Der wirkliche Wert der Luftgeschwindigkeit ist hiernach um einige Prozente grösser, als der aus dem Querschnittsverhältnis berechnete.

Man muss also die Eichung bei der gleichen Anordnung vornehmen wie die Messungen, damit die Wirbelbildung an dem Schutzrohr des Anemometers in beiden Fällen gleich ist.

1) Herrn Prof. Dr. Lorenz sind wir für die freundliche Überlassung der Mittel des Institutes zu Dank verpflichtet.

Göttingen, Geophysikalisches Institut.

(Eingegangen 2. April 1904.)

## Über die Flammenleitung.

### (Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn J. Stark.)

Von Erich Marx.

Herr J. Stark hat „Theoretische Bemerkungen zur Ionisation in Flammen" in dieser Zeitschrift **5**, 83, 1904 publiziert, auf die Herr Starke, in einer Kontroverse [1]) zwischen letzterem und mir Bezug nimmt.

In der Kontroverse zwischen Herrn Starke und mir handelte es sich zuerst nur um die Frage, ob die Temperatur der Anode für die Flammenleitung in Betracht kommt oder nicht. Es handelte sich also um eine Thatsache, die experimentell erweisbar ist, nicht um die Erklärung einer Thatsache. Erst in der Antwort hat dann Herr Starke zwar die Richtigkeit der Experimente, die den Einfluss der Temperatur der Anode, sowohl wenn sie in der Flamme selbst ist, bei $^1/_{20}$ Volt, als auch wenn sie als Begrenzung der Flamme angebracht ist, nicht bestritten, auch die grosse Genauigkeit der Experimente, die mit einer von ihm als „unsauber" charakterisierten Experimentalanordnung erzielt sind, anerkannt, aber alsdann eine Erklärung erbracht, die mit der Auffassung des Herrn Stark sich im wesentlichen decke, aber ein Novum gegenüber früheren Auffassungen bilde.

Nachdem inzwischen die Kontroverse mit Herrn Starke [2]) erledigt ist, ist mir jetzt übrig geblieben, mich auch Herrn Stark gegenüber auseinanderzusetzen.

Es handelt sich in der Arbeit des Herrn J. Stark im wesentlichen um drei Dinge. 1. Sind die negativen Träger in der Flamme Elektronen, oder sind sie Ionen von elektrolytischen Charakter? 2. Ist die Dissoziation der Flamme im wesentlichen Volumdissoziation oder Oberflächendissoziation? 3. Ist die Anwendung der Poissonschen Gleichung gestattet?

1. ad 1 ist folgendes zu bemerken:

Bis vor kurzem waren es zwei Erklärungsweisen, die sich gegenüberstanden. Die von Arrhenius entdeckte Unabhängigkeit der Flammenleitung vom Säureradikal wollten die einen durch hydrolytische Spaltung, die anderen durch Elektronen erklären.

Seit Townsend experimentell erwiesen hatte, dass man berechtigt ist, aus der Wanderungsgeschwindigkeit auf die Grösse eines Ions zu schliessen, wusste man, dass die grosse Wanderungsgeschwindigkeit des negativen Ions

1) Verh. d. D. Phys. Gesellsch. **5**, 372 und 441, 1903, und **6**, 43, 1904.

2) E. Marx, Verh. d. D. Phys. Ges. **6**, 121, 1904.

in der Flamme, als auf Elektronen hinweisend, sich deuten lässt, und da die Anwendung der durch Townsend so schön bestätigten Formel zum allgemeinen Handwerkszeug[1]) des Gasentladungsphysikers gehört, wurden die beiden Erklärungsweisen als zwei ganz selbstverständlich sich ergebende behandelt. Publice diskutiert wurden sie, soweit ich sehe, zuerst von Herrn H. A. Wilson.[2])

Herr Wilson stellte beide Erklärungsweisen gegenüber und versuchte abzuwägen, was für die eine, und was für die andere spräche. Er hat es, nach meiner Meinung mit Recht, vermieden, sich vorzeitig für eine Hypothese, als für eine notwendige, auszusprechen, trotzdem auch er die grosse Wanderungsgeschwindigkeit des negativen Trägers als schwerwiegend betonte.

Da erschien im August 1903 eine Arbeit von Herrn Moreau[3]), die zeigte, dass sich für die Wanderungsgeschwindigkeit $v$ des negativen Stromträgers in der $K$- und $Na$-Flamme ergab, dass

$$v \cdot \sqrt{A} = const$$

ist, wo $A$ das Atomgewicht des $Na$ oder $K$ ist. Der Verfasser[4]) hatte $3\,^1/_2$ Jahre vorher gefunden, dass für alle Alkalisalze von $Cs$, $Rb$, $K$, $Na$ und $Li$

$$R \sqrt{A} = const$$

ist, wo $R$ den Rotationskoeffizient des Halleffektes bedeutet. Hierdurch[5]) war für alle Alkalisalze direkt bewiesen, dass für die Geschwindigkeit des negativen Trägers unmöglich das OH-Ion massgebend sein konnte, dass sie vielmehr vom Alkalimetall selbst abhängig sein musste. Damit und durch andere Gesetzmässigkeiten[5]) war die Brücke zum photoelektrischen Effekt und zur photoelektrischen Reihenfolge nach Elster und Geitel, die man schon wegen der Folge der Leitfähigkeiten längst gesucht hatte, geschlagen und die Elektronenhypothese zum allgemeinen Standpunkt erhoben. — Von zwei Möglichkeiten war eine übrig geblieben!

Dass ich nun jetzt nach dieser Entdeckung auch zum Propheten ex eventu geworden bin, das hat Herr J. Stark nicht wissen können, da er am 23. Dezember 1903 seinen Aufsatz dem Druck übergab, mein Vortrag vor der D. Phys. Ges., den ich am 11. Dezember 1903 gehalten hatte, aber erst Anfang Januar erschienen ist.

Ich kann also Herrn J. Stark in dieser Beziehung nur recht geben, wenn er sich mit dem Standpunkt, den ich in meinen Arbeiten vor vier Jahren in Bezug auf die Art des negativen Stromträgers vertreten habe, nicht „identifiziert". Damals, noch dazu vor Entdeckung des Wesens des photoelektrischen Effekts, war es nicht an der Zeit, die Elektronenhypothese zu bilden, oder sich für sie zu entscheiden.

Hier also liegt ein Widerspruch mit einer Anschauung vor, die in diesem Gebiete s. Zt. die allgemeine war, heute allgemein verlassen ist.

2. Das gleiche aber kann ich in keiner der neueren Ausführungen über diesen Gegenstand finden.

Der „Standpunkt", der eine Volumdissoziation und eine Oberflächendissoziation unterscheidet, der wahre und scheinbare Abweichungen vom Ohmschen Gesetz auseinanderhält, ist nicht erst neuerdings geschaffen, sondern seit vielen Jahren allgemeiner Standpunkt in der Physik. Er ist ebenso natürlich der Standpunkt von Arbeiten, die in diesem Gebiete heute erscheinen, wie er auch der meiner Arbeiten vor vier Jahren gewesen ist. (Vergl. dagegen die Darstellung des Herrn Stark auf Seite 86 links unten und rechts oben.) Weiter aber ist die spezielle Erklärung der Erscheinungen als im wesentlichen durch Volumdissoziation bedingt, gerade die, welche von mir in meinen Arbeiten und zwar damals im Gegensatz zu anderen Forschern, vertreten wurde. Ich habe damals mit derselben Theorie der unvollständig gesättigten Ströme, deren Elemente jetzt auf S. 83 der Physikal. Zeitschrift nochmals abgeleitet sind, die aber in grosser Allgemeinheit von J. J. Thomson[1]) entwickelt vorliegt, versucht, die s. Zt. erhaltenen Kurven zu diskutieren.[2]) Das führte wegen der von Herrn H. A. Wilson zuerst erwiesenen Oberflächendissoziation und aus anderen Gründen, auf die ich gleich zu sprechen komme, freilich nur zu Näherungsresultaten. Es ist aber ganz unmöglich, dass nach diesen Ausführungen es als ein Novum hingestellt wird, dass man die Theorie der unvollständig gesättigten Ströme hier anwenden muss. Viel eher ist gegen die vor 4 Jahren von mir veröffentlichten Ausführungen der Einwand zu erheben, dass ich diese Theorie zu weitgehend anwandte. Das geschah zwar bewusst, da es mir nur auf die Grössenordnungsbestimmung ankam, aber ein „Zuviel" ist hier gewiss ein möglicherer Einwand als ein „Zuwenig". Das wird durch folgendes klar. In dem kälteren Gase, in unmittelbarer Nähe der Anode, werden

1) c. f. z. B. E. Riecke: Exp.-Phys. **2**, 381.
2) H. A. Wilson: Phil. Mag. **4**, 216, 1902, (Augustheft).
3) G. Moreau, Journ. de Phys. (4) **2**, 560, 1903.
4) E. Marx, Ann. d. Phys. (4), **2**, 816, 1900.
5) E. Marx, Verh. d. D. Phys. Ges. **5**, 441, 1903.

1) J. J. Thomson, Phil. Mag. **5**, 253, 1899.
2) E. Marx, Ann. d. Phys. **2**, 788, 1900.

bekanntlich die Ionen gleichsam mit wolkiger Kondensation (clouds) belastet, und infolgedessen so lange in ihrer Beweglichkeit gehemmt, bis sie wieder in die sich eng anschliessenden, heisseren Schichten treten. Diese Abweichung von der Voraussetzung der Theorie kommt zu der stets ausserdem vorhandenen Oberflächendissoziation noch hinzu. Die Folge davon ist, dass bei Berechnung der Grössenordnung der Wanderungsgeschwindigkeiten aus der J. J. Thomsonschen Theorie der Wert der Wanderungsgeschwindigkeit des positiven Ions zu gross herauskommen musste, wie dies auch eintrat. Auf letzteres hat J. J. Thomson übrigens neulich auch hingewiesen.[1]) Trotzdem bleibt für eine Grössenordnungsbestimmung die Theorie anwendbar, solange keine wahren Abweichungen vom Ohmschen Gesetz eintreten, was erst bei Gefällen von weit über $\frac{100 \text{ Volt}}{\text{cm}}$ stattfindet.[2]) Erst wenn der Potentialfall an der kälteren Elektrode eine gewisse Höhe erreicht, die noch weit über der angegebenen (mit Rücksicht auf Molekül-Annexe) liegt, dann werden, das zeigt direkt das Experiment, die positiven Ionen trotz des Ballastes noch so beschleunigt, dass sie in den heisseren Teilen, nach Ablegung der Kondensation noch schneller wandern, als ihrer „Beweglichkeit" entsprechen würde.

Selbst bei sehr grossen $EMK$ wird der Sättigungsstrom in der Flamme nicht völlig erreicht, darauf hat Herr Wilson schon vor langer Zeit hingewiesen; es ist also nicht richtig, dass man „bis jetzt allein totale Sättigung gekannt" hat. Gerade in Flammengasen hat man, wenn überhaupt zwei Polarisationsgebiete vorhanden sind, bisher stets einen Potentialverlauf beobachtet, dessen Charakteristikum es ist, dass die freien Elektrizitäten von den Elektroden aus sich eben nicht in einem Wendepunkte treffen, sondern durch ein Stück linearen Gefälles getrennt sind.

Dass hieraus folgt, dass der Strom unvollständig gesättigt ist, ist doch so elementar ersichtlich, dass man es als andere Ausdrucksweise einer Beschreibung der Potentialkurven bezeichnen kann.

3. Was schliesslich die Poissonsche Gleichung und ihre Verwendung im Gebiete der Gasentladung anlangt, so sagt man nicht zu viel, wenn man behauptet, dass der Erfolg der Physik der Gasentladung bei höheren Drucken ein Triumph dieser Gleichung ist. Das geht für jeden, dem es bisher entgangen ist, so recht aus dem trefflichen Werk J. J. Thomsons[1]) hervor.

Ich kann also im Gegensatz zu den Herren J. Stark und Starke in den Ausführungen des Herrn Stark ein Novum bezüglich der Auffassung der Flammenleitung gegenüber früheren Arbeiten nicht erblicken. Die Herren beglückwünschen sich ob des Resultates, zu dem sie gekommen sind, dass der Strom in der Flamme ein „partiell gesättigter" ist (H. Starke, Verh. d. D. Phys. Ges. **6**, 43), während doch der Verfasser schon vor vier Jahren dieselbe Theorie der „unvollständig gesättigten" Ströme auf die Erscheinungen in der Flamme anwandte und mit mathematischem Ansatz quantitativ diskutierte.

1) J. J. Thomson: Conduction of El. through Gases. (Die deutsche Ausgabe ist mit Ergänzungen, die sich auf die neuesten Untersuchungen beziehen, bei B. G. Teubner in Leipzig im Erscheinen.)

Leipzig, Phys. Institut der Universität.

(Eingegangen 18. Februar 1904).

1) J. J. Thomson: Conduction of El. through Gases pag. 205.

2) Auf einige Druckfehler in der Samml. Elektrotechn. Vortr. Bd. **4**, 58, 1903 sei mir gestattet aufmerksam zu machen, es muß dort $\frac{100 \text{ Volt}}{\text{cm}}$ heißen. Vergl. Ann. d. Phys. **2**, 783, 1900.

## Magnetische Wirkung elektrischer Verschiebung.

Von J. B. Whitehead.

In einer früheren Arbeit (diese Zeitschrift **4**, 229, 1903) hat der Verfasser eine Reihe von Versuchen beschrieben, deren Zweck es war, die Maxwellsche Behauptung zu prüfen, nach der die Polarisationserscheinung eines Dielektrikums von einer magnetischen Wirkung in den umgebenden Teilen begleitet ist. Bei den dort beschriebenen Versuchen wurde ein wechselndes elektrisches Feld zwischen zwei cylindrischen Messingringen erregt und ein wechselndes Magnetfeld von gleicher Frequenz und eigener Phase senkrecht zum elektrischen Feld vermittels einer Spule erzeugt, welche zu den Ringen konzentrisch war und den äusseren Ring einschloss. Zwei Klumpen aus der isolierenden Substanz wurden an den entgegengesetzten Enden eines leichten Glasarmes befestigt, der in seinem Mittelpunkte an einem Quarzfaden hing, so dass die Klumpen zwischen den Ringelektroden schwebten. Das resultierende Drehungsmoment liess sich durch die Ablenkung des Armes messen, wenn man die Konstanten der Quarzaufhängung benutzte. Wie der zu erwartende Effekt berechnet wurde, ist in der früheren Arbeit angegeben. Die Ergebnisse der Versuche waren gleichmässig negativ.

Während die Elektrodenringe bei der früheren Arbeit sorgfältig gedreht und so genau wie möglich centriert waren, liessen sich Verände-

rungen in der Verteilung des elektrischen Feldes feststellen, und aus diesem Grunde nahmen die Stücke isolierender Substanz bei eingeschaltetem elektrischem Felde eine Nullstellung ein, die ganz unabhängig war von der Nullstellung, welche der Torsion des Fadens entsprach. Auch die Elektrodenringe aus Messing waren erheblichen Wärmewirkungen durch Foucaultströme ausgesetzt, welche unsymmetrische Ausdehnungen und störende Luftströme verursachten. Aus diesem Grunde wurden weitere Versuche mit zwei verbesserten Apparatformen ausgeführt. Das Dielektrikum erhielt die Form eines vollständigen Ringes, der zwischen die Elektroden hineinpasste und am Mittelpunkte aufgehängt war; auf diese Weise wurde die Wirkung von kleinen Veränderungen der Feldstärke vermieden. Infolge der Vergrösserung der Masse erhielt man auch im ganzen stärkere Verschiebungsströme und ein grösseres Drehungsmoment; die Benutzung der Quarzaufhängung war jedoch nunmehr unmöglich. Ich benutzte den dünnsten erhältlichen Stahldraht, bei dem, wie ich zeigen werde, die Verminderung der Empfindlichkeit infolge des grösseren Durchmessers nicht erheblich war. Eine zweite Spule für das Magnetfeld wurde innerhalb des inneren Elektrodenringes angebracht, wodurch die Feldstärke erhöht wurde. Die Elektrodenringe bestanden aus Hartgummi mit einem dünnen Schild aus Messingblech, wodurch die Foucaultströme vermindert wurden.

Der dielektrische Ring bestand aus Hartgummi und besass einen mittleren Durchmesser von 22,2 cm; Wandstärke 0,63 cm; Vorderseite 5 cm. Der Raum zwischen den Elektrodenringen betrug 1,26 cm. Die Intensität des Magnetfeldes zwischen den Elektroden war, wie die Messung ergab, $H = 680$. Die gesamte Stromstärke wurde wie in der früheren Arbeit berechnet, und betrug bei einer Spannung von 10000 Volt an den Elektroden und einer Frequenz von 133 Cyklen pro Sekunde $q = 3{,}9 \times 10^{-4}\, x$ Ampères. Der Stahldraht, der zur Aufhängung benutzt wurde, war vom Kaliber 42 B. & S. (Durchmesser = 0,0062 cm); seine Länge betrug 100 cm. Der Torsionskoeffizient wurde nach der Schwingungsmethode bestimmt. Die gemessene Ablenkung betrug 400 mm auf einer Skala aus Mattglas in der Entfernung 140 cm. Es wurden eine grosse Anzahl Ablesungen unter verschiedenartigen Bedingungen vorgenommen, deren Ergebnisse durchweg negativ waren.

Die eben beschriebene Anordnung war infolge der bedeutenden Masse des Ablenkungssystems und der elektrostatischen Anziehung an die Seiten des Ringes immer noch der Möglichkeit einer erheblichen Störung ausgesetzt, und aus diesem Grunde entwarf ich eine weitere verbesserte Anordnung. Bei dieser bleibt das Prinzip dasselbe, nur dass an Stelle des Torsionsfadens zur Feststellung des Drehungsmomentes eine Messerschneide benutzt wurde; der ganze Apparat wurde nicht in einer Horizontal-, sondern in einer Vertikalebene aufgestellt. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die Wirkungen aller äusseren Störungen, wie z. B. Luftzug, elektrostatische Anziehung u. s. w., so gut wie eliminiert werden, da sich der Ring nur rotierend um seine Achse bewegen kann. Der Nachteil ist der, dass die Wage weit weniger empfindlich ist, als der Torsionsdraht. Aus diesem Grunde wurde es nötig, die Dimensionen des Apparates zu vergrössern, um so die Wirkung gegenüber dem schon früher berechneten Effekt bedeutend zu erhöhen. Ein besonders konstruierter Hartgummiring mit einer Wagenscheide und Wagschale aus Achat kam zur Verwendung. Das Wagensystem besass eine Empfindlichkeit von $^1/_{50}$ Milligramm und das berechnete Drehungsmoment war zehnmal so gross. Verschiedene Versuchsreihen nach verschiedenen Methoden ergaben negative Resultate.

Die negativen Ergebnisse beider Versuchssysteme könnten wie eine Widerlegung der Maxwellschen Behauptung aussehen. In Anbetracht der ausserordentlichen Menge indirekter Beweise für die Richtigkeit anderer Schlussfolgerungen der Maxwellschen Theorie hat der Verfasser jedoch niemals die Absicht gehabt, vorliegende Arbeit als Beweis einer derartigen Behauptung einzustellen. Er hat vielmehr sich viel lieber zu der Annahme verstanden, dass die Maxwellschen Gleichungen einer weiteren Abänderung oder Auslegung fähig sind und dass die im obigen angeführten Resultate mit denselben immer noch im Einklang stehen. Dass dem wirklich so ist, ist kürzlich von F. Kolaček (diese Zeitschrift **5**, 45, 1904) dargelegt worden. In dieser Arbeit ist darauf hingewiesen, dass die magnetische Wirkung einer elektrischen Verschiebung bei den Versuchen des Verfassers durch die elektrische Wirkung einer Art magnetischer Verschiebung neutralisiert würde, deren Wert er berechnet, so dass die negativen Ergebnisse immer noch mit der Maxwellschen Theorie im Einklange stehen.

Der Röntgensche Versuch, eine magnetische Wirkung elektrischer Verschiebung festzustellen, ist kürzlich mit zweifellos positiven Ergebnissen durch Eichenwald (Annalen der Physik **6**, 1903) wiederholt worden. Wenn wir dieses Ergebnis acceptieren, so haben wir in den Ergebnissen des vorliegenden Versuches einen Beweis für das Vorhandensein einer elektrischen Wirkung magnetischer Verschiebung.

Um die beiden Effekte voneinander zu

trennen, hat Verfasser den von Kolaček angeregten Versuch begonnen, nach dem eine ballistische Ablenkung des Dielektrikums bei konstant erhaltenem elektrischen Feld und bei umgekehrtem Magnetfelde gesucht wird.

Die Versuche wurden im physikalischen Laboratorium der Johns Hopkins Universität mit einem Stipendium der Carnegie-Institution ausgeführt.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 7. März 1904.)

## Über eine mögliche Beziehung der Serienspektren zum Atomvolumen.

Von Max Reinganum.

Nimmt man an, dass das Ende der Nebenserien durch die Konstante $A$ der Kayser-Rungeschen Formel gegeben ist[1]), so lassen sich bekanntlich fünf Gruppen chemisch untereinander verwandter Elemente bilden, innerhalb deren die Seriengrenze um so mehr nach Rot verschoben ist, je grösser der Wert des Atomgewichts ist. Diese Gruppen sind *Li Na K Rb Cs*, *Cu Ag*, *Zn Cd Hg*, *Mg Ca Sr*, *Al In Tl*. Im folgenden soll gezeigt werden, dass die Beziehung umfassender wird, wenn man statt des Atomgewichts das Atomvolumen einführt.

Es lassen sich dann die sieben ersten Elemente, also die ganze erste Mendelejeffsche Gruppe, zu einer einzigen Reihe vereinigen, ebenso die sechs nächsten, zweiwertigen, und die drei letzten Elemente. In jeder Gruppe ist das Serienende um so weiter nach dem Roten gerückt, d. h. $A$ ist um so kleiner, je grösser das Atomvolumen ist.

I.

| | $A$ | Atomvolumen | Atomgewicht |
|---|---|---|---|
| *Cu* | 31592 | 7,2 | 63,6 |
| *Ag* | 30712 | 10,2 | 107,93 |
| *Li* | 28587 | 11,9 | 7,03 |
| *Na* | 24475 | 23,6 | 23,05 |
| *K* | 21991 | 45,0 | 39,15 |
| *Rb* | 20939 | 56,2 | 85,4 |
| *Cs* | 19743 | 70,7 | 133 |

II.

| | $A$ | Atomvolumen | Atomgewicht |
|---|---|---|---|
| *Zn* | 42945 | 9,0 | 65,4 |
| *Cd* | 40755 | 12,9 | 112 |
| *Hg* | 40159 | 13,9 fest[2]) | 200,3 |
| *Mg* | 39796 | 14,0 | 24,36 |
| *Ca* | 33919 | 25,5 | 40 |
| *Sr* | 31031 | 34,5 | 87,6 |

1) S. z. B. Winkelmanns Handbuch der Physik II 1, S. 441. Breslau 1894.

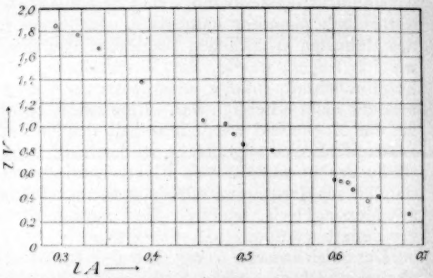
2) Beim Schmelzpunkt 14,1.

III.

| | $A$ | Atomvolumen | Atomgewicht |
|---|---|---|---|
| *Al* | 48308 | 10,4 | 27,1 |
| *In* | 44515 | 15,3 | 115 |
| *Tl* | 41542 | 17,3 | 204,1 |

Herr Prof. Kayser teilt mir mit, dass ihm bei früheren Rechnungen die Beziehung ebenfalls aufgefallen ist. Sie scheint mir einer Mitteilung wert zu sein, da das Atomgewicht, wie aus der letzten Kolumne hervorgeht, nicht annähernd das gleiche erfüllt.

Als Atomvolumina sind die durch die Dichten dividierten Atomgewichte genommen, ihr Wert ist naturgemäss nicht ganz unabhängig von der Temperatur und bedarf daher noch einer eingehenderen Kritik. Die Werte für die Atomvolumina sind meist aus den in den Tabellen von Landolt und Börnstein angegebenen Dichten berechnet.




Eine weitere noch allgemeinere Beziehung, die allerdings weiterer Bestätigungen bedarf, wird erhalten, wenn man die Atomvolumina der zweiten Gruppe durch vier und die der dritten durch sechs teilt. Es lässt sich dann unter alleiniger, jedoch nicht belangreicher, Ausnahme der Stellung von *In* und *Zn* aus allen Gruppen eine einzige Reihe bilden, in der das Serienende um so mehr im Roten liegt, je grösser das auf diese Weise geteilte Atomvolumen ist. In der folgenden Tabelle ist dasselbe mit $V$ bezeichnet.

| | $A$ | $V$ |
|---|---|---|
| *Al* | 48308 | 1,73 |
| *In* | 44515 | 2,55 |
| *Zn* | 42945 | 2,25 |
| *Tl* | 41542 | 2,88 |
| *Cd* | 40755 | 3,22 |
| *Hg* | 40159 | 3,47 |
| *Mg* | 39796 | 3,50 |
| *Ca* | 33919 | 6,37 |
| *Cu* | 31592 | 7,2 |
| *Sr* | 31031 | 8,6 |
| *Ag* | 30712 | 10,2 |
| *Li* | 28587 | 11,9 |
| *Na* | 24475 | 23,6 |
| *K* | 21991 | 45,0 |
| *Rb* | 20939 | 56,2 |
| *Cs* | 19743 | 70,7 |

Es ergiebt sich auch graphisch eine recht gute Kurve. Die Figur giebt als Abszisse *log A*, als Ordinate *log V*. Die Werte von *V* entfernen sich nicht sehr von einer Geraden, was einem einfachen rechnerischen Zusammenhange zwischen *A* und *V* entsprechen würde.

Bei der Deutung dieser Beziehung ist es naheliegend anzunehmen, dass man es in der zweiten und dritten Gruppe mit Teilschwingungen zu thun hat.

Die Sicherheit der Beziehung ist natürlich wesentlich davon abhängig, ob sich ein grösseres Material in dieselbe wird einordnen lassen.

Münster i. W., März 1904.

(Eingegangen 24. April 1904.)

## Erwiderung auf die Kritik des Herrn Franz Streintz.[1])

Von Edmund van Aubel.

Herr Franz Streintz hat auf die Bemerkungen, die ich aus Anlass seiner Arbeit gemacht hatte, in recht scharfem Tone geantwortet. Ich möchte seine Kritik, die mir unbegründet erscheint, nicht unerwidert lassen.

1. Herr Streintz wirft mir vor, ich hätte behauptet, dass meine Ergebnisse von den seinigen vollständig verschieden wären; er bemerkt, dass er die gute elektrische Leitfähigkeit des unter Luftabschluss geschmolzenen Bleiglanzes festgestellt hätte und beweist hierauf, dass meine Zahlenwerte diese Behauptung sowie auch die zweite von seinen Thesen bestätigen.

Prüfen wir nun, was denn in meinen Arbeiten zu dieser Kritik des österreichischen Physikers hat Anlass geben können. In einer im Jahre 1902[2]) veröffentlichten Arbeit sagte ich:

„Andererseits hat F. Streintz durch Komprimieren von Bleiglanzpulver einen Stift hergestellt . . . . . Die Widerstandsfähigkeit würde also mit zunehmender Temperatur kleiner werden, im Gegensatz zu den J. Guinchantschen und meinen eigenen Messungen."

Eine im folgenden Jahre erschienene Notiz[3]) enthielt folgende Sätze: „F. Streintz hat bei verschiedenen Temperaturen die elektrische Leitfähigkeit von komprimierten Sulfidpulvern untersucht, und zwar besonders die von Bleiglanz, dem natürlichen Schwefelblei. Ich habe die Wirkung niedriger Temperaturen auf den elektrischen Widerstand von nach chemischer Methode hergestelltem und darauf geschmolzenem Schwefelblei untersucht. Die Ergebnisse, die ich unter diesen Umständen erhalten habe, sind gänzlich von den Streintzschen verschieden."

Nach Herrn Streintz nimmt also die elektrische Leitfähigkeit von komprimiertem Bleiglanz bei wachsender Temperatur zu, während meine Messungen das Resultat ergeben, dass der elektrische Widerstand von geschmolzenem Bleisulfid unter denselben Umständen ansteigt. Es sind dies freilich zwei entgegengesetzte Ergebnisse; und dies habe ich auch festgestellt mit den Worten: „Die Ergebnisse, die ich unter diesen Umständen erhalten habe, . . . . . ." Ich hätte natürlich lieber die von uns beiden mit geschmolzenem Sulfid erhaltenen Ergebnisse verglichen; dies habe ich nicht getan, weil mein Kritiker keinerlei Angaben in betreff des Vorzeichens des Temperaturkoeffizienten von geschmolzenem Bleiglanz gemacht hat, und erwähne ich jedesmal, dass ich nur die von ihm mit komprimiertem Mineral erhaltenen Ergebnisse betrachte. Im übrigen kam der von Streintz untersuchte Bleiglanz aus Freiberg i S.[1]) Durch Schmelzen kann man die Masse gleichartiger machen, wodurch natürlich die elektrischen Eigenschaften eine Veränderung erfahren können, welche von der wahrscheinlich weit grösseren Veränderung der Molekularkonstitution unabhängig ist.

Wenn ich schliesslich die Absicht gehabt hätte, meine Messungen zu einer Kritik des Herrn Streintz zu benutzen, so hätte ich sicherlich nicht folgende Bemerkung unten auf eine Seite in eine meiner Arbeiten gesetzt: „Es ist möglich, dass das von mir untersuchte Schwefelblei metallisches Blei enthielt (H. Erdmann, Lehrbuch der anorganischen Chemie), und dass der von F. Streintz untersuchte Bleiglanz kein reines Bleisulfid war."

Meine Feststellung konnte daher nicht eine Widerlegung der Ergebnisse des österreichischen Physikers bezwecken. Was seine zweite These anbelangt, auf die Streintz in seiner Erwiderung anspielt, so ist davon in meinen Arbeiten nirgends die Rede; ich habe daher auch nicht versucht, dieselbe zu bekämpfen.

2. Herr Streintz sieht es als ein Rätsel an, wie ich noch nach seinen Untersuchungen geschmolzenes Bleisulfid mit komprimiertem Bleiglanz habe vergleichen können. Ich möchte bei dieser Gelegenheit einen Auszug aus einer Arbeit von Herrn P. Ferchland[2]), Privatdozent

1) Diese Zeitschr. **5**, 159, 1904.
2) Comptes rendus 3. Nov. 1902.
3) Diese Zeitschr. **4**, 551, 1903.

1) Im Handbuch der Mineralogie von Karl Hintze, Bd. I, S. 467 und 476 sind Angaben zu finden über die Verunreinigungen, die event. in dem Mineral enthalten waren. Andererseits kann man bei Dammer, Handbuch der anorganischen Chemie, Bd. II, II Teil, S. 546, lesen: Der Bleiglanz enthält häufig andere Metallsulfide beigemengt, z. B. die von *Ag*, *Zn*, *Cd*, *Cu*, *Fe*, *As* und *Sb*.

2) Zeitschr. für Elektrochemie **9**, 671 und 673, 1903.

an der Universität Halle, über die elektrische Leitfähigkeit von Bleisuperoxyd wiedergeben, da dieser Körper auch von Herrn Streintz untersucht worden ist:

„Streintz verwendete nämlich die Stoffe, die er untersuchte, fein pulverisiert, füllte sie in Hohlcylinder von Hartgummi und presste sie hier in einer Schraubenpresse so lange, bis der Widerstand nicht mehr abnahm. Man kann nicht erwarten, nach diesem Verfahren den wahren spezifischen Widerstand eines Körpers zu finden, denn erstens würde ein ganz anderer Grad von Elastizität oder Weichheit als ihn gerade die Oxyde, Superoxyde und Sulfide der Schwermetalle besitzen, dazu gehören, um sie durch blosses Zusammendrücken kompakt zu machen. Zweitens aber ist es recht zweifelhaft, ob nicht die Oberflächen der das Pulver zusammensetzenden Teilchen in der Mehrzahl der Fälle durch adsorbierte Gase, Feuchtigkeit oder fremde Chemikalien mehr oder weniger verunreinigt sein werden. In dieser Beziehung sind die Zahlen sehr lehrreich, die Streintz für den spezifischen Widerstand von gepresstem Platinmohr gefunden hat . . . . . Selbst verschiedene Teile desselben gepressten Cylinders zeigen beträchtliche Unterschiede in der Leitfähigkeit, da der Druck unmittelbar unter dem Pressstempel grösser ist als an irgendeiner anderen Stelle des Cylinders. So schwankte der Widerstand eines Stiftes aus Bleiglanz auf Strecken von je 4 mm zwischen 7,6 und 14,1 Ohm. Möglicherweise werden sich ganz andere Verhältnisse und vielleicht interessantere theoretische Beziehungen ergeben, wenn es gelingen sollte, die Widerstände einer Anzahl von dunkelfarbigen, nichtmetallischen Stoffen in kompaktem Zustande zu messen. Ich bin in der Lage, das Ergebnis von Versuchen mitzuteilen, die ich mit massivem Bleisuperoxyd angestellt habe . . . . . Die erhaltenen Werte sind demnach 13 bis 16 mal grösser als die von Streintz gefundenen, . . . . . Leider scheint Streintz sein Material nicht analysiert zu haben; . . . . . Selbst wenn unsere Niederschläge anfänglich dieselbe Zusammensetzung gehabt hätten, so fragt es sich, ob nicht wegen der nachfolgenden Proceduren das Pulver, das Streintz schliesslich untersuchte, wesentliche Änderungen in der Zusammensetzung erlitten hatte."

Wie diese Ausführungen beweisen, sind die Physiker von der Richtigkeit aller Ergebnisse des Herrn Streintz nicht so überzeugt, wie er glaubt. Im übrigen habe ich mit meiner Feststellung, dass meine Versuche und die des österreichischen Physikers vollständige Verschiedenheit des Verhaltens zwischen geschmolzenem Bleisulfid und komprimiertem Bleiglanz erweisen, die These des Herrn Streintz durch Versuche bestätigt, bei denen die Einwirkung von niedriger Temperatur auf die Widerstandsfähigkeit speziell untersucht wurde.

3. Herr Streintz wirft mir auch vor, dass ich die Versuche von W. Spring über die Kompression fester Körper herangezogen hätte. Mein Kritiker behauptete folgendes[1]): „Aus Nickelsulfid, dem amorphen Bleisulfid und dem einfachen Schwefeleisen konnten nur sehr gebrechliche Stifte von ziemlich mattem Glanz gebildet werden, oder man erhielt nur Bruchstücke von ihnen, wenn man sie aus der Form entfernte."

In meiner Notiz habe ich einige Sätze aus einer Arbeit von W. Spring wiedergegeben, welcher durch Komprimieren von amorphem Bleisulfidpulver Bleiglanz erhalten hat. Ich habe auf dieselbe Weise feststellen wollen, dass die beiden Physiker widersprechende Resultate erhalten hätten. Aber Herr Streintz, dem es nicht glückt, aus Bleisulfid einen massiven Stift herzustellen, hat es nicht für angezeigt gehalten, die Versuche meines gelehrten Landsmannes zu erwähnen (von denen er sehr wohl Kenntnis zu haben erklärt), und hat auch nicht den Grund für seinen Misserfolg bei diesem Versuch gesucht. Erst jetzt, nach meiner Beobachtung entschliesst er sich, eine chemische Analyse seines Bleisulfidpulvers vorzunehmen. Um genau zu wissen, wie es damit zuging, wollen wir seine eigenen Worte citieren: „Die chemische Analyse des auf sein Leitvermögen untersuchten amorphen Bleisulfides ergab 85,8 Proz. Blei, während die Formel 86,6 Proz. verlangt. Möglicherweise enthielt die Verbindung Spuren von Bleisulfat, die verhinderten, dass die aus diesem Pulver gepressten Formen einen entsprechend lebhaften Metallglanz annehmen . . . . . "
Ich kann mir nur Glück dazu wünschen, die Versuche meines Lütticher Kollegen mit ins Treffen geführt zu haben (um mich des Ausdruckes von Herrn Streintz zu bedienen), da das Ergebnis darin bestanden hat, dass ein Widerspruch beseitigt wurde. In meiner Notiz habe ich im übrigen nicht versucht, aus den W. Springschen Arbeiten den Schluss zu ziehen, dass die Streintzsche These unzutreffend wäre, sondern nur den, dass der von letzterem ausgeführte Kompressionsversuch möglicherweise unter ungünstigen Bedingungen ausgeführt worden wäre; und dies ist auch der Fall.

4. Schliesslich enthält meine Notiz folgenden

1) Streintz, Das Leitvermögen von gepressten Pulvern, Stuttgart, Ferd. Enke, S. 25, 1903.

Satz: „Nun sind Salze aber keine guten Elektrizitätsleiter; der letzte Teil der von F. Streintz ausgesprochenen Regel mit Bezug auf Nichtvorhandensein von Kohäsion bei Pulvern von Nichtleitern ist daher nicht als allgemeingültig anzusehen."

Eigentlich bezogen sich die Versuche von Herrn Streintz nur auf gepresste Metalloxyde und Sulfide, während er nirgends behauptet, dass seine Schlussfolgerungen sich auch auf Salze ausdehnen liessen. Ich habe ihm durchaus nicht diese Ansicht zugeschoben; nur habe ich an folgende These des Grazer Physikers erinnert:

„Dass nur die Pulver von Leitern gut zusammenhängende Stifte von metallischem Glanz und metallischer Härte bildeten, während die Pulver von Nichtleitern weder Metallglanz annahmen, noch die notwendige Kohäsion besassen," und ich habe nachzuweisen versucht, dass nur der letzte Teil dieses Satzes sich auf Salze nach den Springschen Versuchen nicht anwenden liesse. Dieser letztere Teil ist im übrigen in meiner Notiz gesperrt gedruckt, und ich habe ausdrücklich gesagt: „der letzte Teil der von F. Streintz ausgesprochenen Regel mit Bezug auf Nichtvorhandensein von Kohäsion bei Pulvern von Nichtleitern ist daher nicht als allgemeingültig anzusehen." Es ist wunderbar, dass unter diesen Bedingungen Herr Streintz mir Vorwürfe macht, ich hätte daran gedacht, auf Salze folgende These auszudehnen:

„Leiter bei gewöhnlicher Temperatur sind nur jene dunkelfarbigen Verbindungen, die sich unter hohem Druck ohne Anwendung eines Bindemittels in bestimmte Formen von metallischem Glanze und metallischer Härte bringen lassen."

Ich habe also nicht versucht, an meinem gelehrten Opponenten dadurch Kritik zu üben, dass ich seine Versuche mit den W. Springschen verglichen hätte.

Zum Schlusse will ich ganz allgemein mich dahin äussern, dass die Streintzschen Beobachtungen nicht im geringsten die Berechtigung meiner Arbeiten über geschmolzenes Bleisulfid und Schwefelkies beeinträchtigen, bei denen ich mir das Ziel gesteckt habe, den Gang der Kurve zu bestimmen, welche die Veränderung der Widerstandsfähigkeit bei niedriger Temperatur ausdrückt. Herr Streintz hat im übrigen die Ergebnisse meiner Messungen nicht angegriffen, und sogar nachgewiesen, dass dieselben sich mit den Schlussfolgerungen, die er aus seinen Untersuchungen zieht, gut vertragen.[1]) Ich will meine Versuche fortsetzen, nachdem ich sie wegen anderer Arbeiten, die mir dringender erschienen, habe unterbrechen müssen. Andererseits liegt mir daran, hier zu erklären, dass ich beim Vergleiche der Ergebnisse der Springschen Arbeiten und meiner eigenen Ergebnisse mit denen des Herrn Streintz durchaus nicht die Absicht gehabt habe, sie dazu zu benutzen, die Schlussfolgerungen der sehr ausgedehnten und interessanten Untersuchungen meines gelehrten Kritikers zu bekämpfen.

1) Im übrigen entsprachen meine Versuche über Widerstandsfähigkeit und Hall-Effekt, auch wenn die von mir benutzte Bleisulfidplatte oder der Stift eine kleine Bleimenge enthalten hätten, immer noch meinen Zwecken.

(Aus dem Französischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 2. April 1904.)

# BERICHTE ÜBER WISSENSCHAFTLICHE VERSAMMLUNGEN.

## XI. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie (früher Deutsche elektrochemische Gesellschaft) in Bonn am Rh. 12., 13. und 14. Mai 1904.

In den letzten Tagen der Himmelfahrtswoche vereinigte das schöne Bonn etwa 150 Mitglieder der deutschen Bunsengesellschaft zur Abhaltung der diesjährigen Hauptversammlung. Nach einem überaus gemütlichen Begrüssungsabend am Donnerstag begannen am Freitag die Sitzungen in dem grossen Hörsaale des chemischen Institutes Poppelsdorf-Bonn. Sobald die üblichen Ansprachen und ein Teil des Geschäftlichen erledigt war, hielt den ersten wissenschaftlichen Vortrag:

Prof. Dr. Bakhuis Roozeboom aus Amsterdam über: Die Anwendung der Phasenlehre auf die Gemische von Eisen und Kohlenstoff. Es liegen hier äusserst interessante und wichtige Untersuchungen für die Eisen- und Stahlerzeugung vor, welche von dem Vortragenden unter phasentheoretischen Gesichtspunkten zusammengefasst wurden. Der zweite Vortragende:

Prof. Heyn aus Charlottenburg führte den begonnenen Gegenstand weiter, indem er die Härtung des Stahles vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus betrachtete, und durch zahlreiche Demonstrationen von mikrophotographischen Aufnahmen erläuterte. Nach der Mittagspause trug alsdann

Privatdozent Dr. Löb aus Bonn über: Pyrogene Reaktionen und Dissoziationsvorgänge vor und entwickelte eine neue und sehr interessante Auffassung der Dissoziationsvorgänge. Daran schloss sich eine kurze Mitteilung von

Direktor Rathenau aus Berlin über: metallisches Calcium. Es wurden etwa 30 cm lange und mehrere cm dicke Stangen aus reinem, direkt in dieser Form erzeugtem Calcium herumgezeigt, welche auf elektrochemischem Wege gewonnen waren. Da die Methode sehr einfach und das Ausgangsmaterial sehr billig ist, so verspricht das zum ersten Male in grösseren Mengen hergestellte Metall demnächst recht preiswert zu werden.

Privatdozent Dr. Jordis aus Erlangen trug nunmehr über neue Gesichtspunkte zur Theorie der Kolloide vor; daran schloss sich

Privatdozent Dr. Wolf Müller aus Mülhausen im Elsass, welcher die Erscheinungen der Passivität der Metalle auf Grund elektronentheoretischer Vorstellungen zu erklären versuchte. Auf seine interessanten Ausführungen folgte dann ein eingehender Bericht von

Dr. O. Sackur aus Berlin über eine im Reichsgesundheitsamte ausgeführte Arbeit zur Kenntnis der Blei-Zinnlegierungen. Weiter berichtete

Direktor Dr. Goldschmidt aus Essen: Über den Ruthenburgprozess, einen neuen in Amerika in der Entwickelung begriffenen eisenhüttenmännischen Prozess.

Prof. Dr. Tammann aus Göttingen trug dann über Glasbildung und Entglasung vor und zeigte, wie die Entglasungsvorgänge wesentlich bedingt werden durch die Bildung von Krystallisationskernen einerseits und durch die Krystallisationsgeschwindigkeit andererseits. Den Schluss des ersten Verhandlungstages machte

Prof. Mathesius-Charlottenburg mit einem Vortrag über die Entstehung der Schlacken in hüttenmännischen Prozessen, die Konstitution der Schlacken und ihre industrielle Verwertung. –

Darauf folgte die Versammlung einer Einladung der Stadt Bonn zu einem Bierabende, der die Teilnehmer bis tief in die Nacht hinein in angeregtestem Meinungsaustausche zusammenhielt.

Am Sonnabend, den 14. Mai, wurde in der Morgensitzung nach Erledigung einiger geschäftlicher Angelegenheiten der erste Vortrag gehalten von:

Geh.-Rat W. Ostwald aus Leipzig über die Phasenregel und eine Ableitung der stöchiometrischen Grundgesetze aus der experimentellen Definition des chemischen Individuums. Es folgte

Prof. Dr. Elbs aus Giessen mit einem Vortrage über stereochemische Hinderung bei elektrochemischen Reduktionen, ferner

Prof. Dr. Bredig aus Heidelberg, welcher über Cyanionenkatalyse berichtete.

Privatdozent Dr. Bose aus Göttingen teilte Versuche zur Chemie der Kathodenstrahlen mit und suchte zwischen den verschiedenen Anschauungen über die Einwirkung derselben auf chemische Präparate eine Brücke zu schlagen.

Den Schluss der Morgensitzung bildete ein mit interessanten Experimenten begleiteter Vortrag von

Privatdozent Dr. Trautz aus Freiburg über neue Luminiszenzerscheinungen.

Die Nachmittagssitzung des zweiten Verhandlungstages war den Anwendungen des physikalischen Chemie auf medizinische Fragen gewidmet. Es sprachen:

Privatdozent Dr. Schröder aus Bonn über die Ergebnisse der Kryoskopie für die Medizin,

Prof. Dr. Dreser aus Elberfeld über Gefrierpunkts- und Leitfähigkeitsbestimmung des Harnes in einigen pharmakologischen Ergebnissen,

Prof. Dr. Svante Arrhenius aus Stockholm über die chemischen Massenwirkungen bei den Toxinen,

Prof. Dr. W. Nernst aus Göttingen: Zur Theorie der elektrischen Reizung.

In allen Sitzungen, ganz besonders aber in dieser letzten fanden äusserst lebhafte Diskussionen statt, die sicherlich allseitig zur Förderung und Klärung der neuen Anschauungen beitrugen.

Zu Ehrenmitgliedern der Deutschen Bunsengesellschaft wurden ernannt: Sir William Ramsay, Sir Henry Roscoe und Geh.-Rat Prof. Dr. Landolt.

Der Abend des letzten Tages vereinigte die Teilnehmer der Versammlung zu einem Festessen. Allen, auch denen, welchen es nicht mehr vergönnt war, den Sonntagsausflug ins Siebengebirge mitzumachen, werden die schönen Tage der vom herrlichsten Wetter begünstigten XI. Hauptversammlung unvergesslich bleiben. E. Bose.

(Eingegangen 16. Mai 1904.)

## X. Allgemeine Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft in Berlin vom 7. bis 9. April 1904.

W. v. Bezold schildert zunächst in einer Eröffnungsrede den Fortschritt, den die Entwicklung der Meteorologie seit der letzten Versammlung zu verzeichnen hat und stellt im

einzelnen dar, wie die Probleme der Erd- und kosmischen Physik heute in den Vordergrund getreten sind. Im speziellen sind es die Vorgänge auf der Sonne oder besser die Verbindung jener mit denen auf unserem Planeten, denen heute ein ausserordentlich reges Interesse entgegengebracht wird. So haben z. B. Nordmann, Flammarion u. a. Köppens Untersuchungen über den Zusammenhang der Sonnenflecken-Relativzahlen mit dem Gange der Lufttemperatur wieder aufgenommen und sind nun zu teilweise recht verschiedenen Resultaten gekommen, je nach der Lage der benutzten Orte in Bezug auf das Klima. Redner hebt nun besonders hervor, warum solche Verschiedenheiten auftreten müssen: Die von der Sonne den verschiedenen Breiten zugestrahlten Wärmemengen werden anderen Gegenden auf sehr verschiedene Weisen zugeführt; so durch Luftströmungen sehr schnell, durch Meeresströmungen sehr langsam. Ausserdem kann ihre Wirkung eine sehr verschiedenartige sein, sie können Temperaturänderungen hervorrufen, aber auch vermehrte Bewölkung und dadurch Temperaturabnahme oder erstarktes Abschmelzen der Schnee- und Eismassen, so dass also keine Temperaturänderung zur Beobachtung kommt.

Erdmagnetismus und Sonnenphysik, Sonnenphysik und Luftelektrizität, alle sind jetzt in engere Verbindung gebracht. Sie zu ergründen ist man jetzt eifrig bemüht. So veranlassten die kartellierten Akademien die Inangriffnahme planmässiger Arbeiten über die Luftelektrizität und ferner ist angeregt worden, durch internationale magnetische Messungen längs eines Breitenkreises eine Entscheidung darüber herbeizuführen, ob die Erdoberfläche von elektrischen Strömen durchsetzt wird oder nicht.

J. Schubert-Eberswalde sprach über den Einfluss des Waldes auf das Klima, der, wie vorweg genommen sei, bei weitem überschätzt worden ist. Redner stützt sich auf die Ergebnisse einer Anzahl planmässig angelegter Stationen im Waldbestande, in der Lichtung, am Waldesrand und auf der freien Ebene. Die Untersuchungen beziehen sich auf Lufttemperatur und Feuchtigkeit. Die Hauptresultate sind kurz folgende.

Die maximale Abkühlung durch den Wald im ganzen Jahr (Durchschnitt) beträgt 1,1 °. In Bezug auf die tägliche Variation ist der Wald in Analogie zu dem klimatischen Verhalten einer Thallage zu setzen; er ist am Tage kälter, in der Nacht wärmer als die freie Station. Nicht allein die Schwankung ist jedoch herabgesetzt, auch die absolute Temperatur: die kalte Luft bleibt im Walde, während die warme fortsteigt. Der Waldbestand ist auch meist feuchter als die freie Station. Der Wald hat fast keinen Einfluss auf das Klima benachbarter Gegenden, sondern nur auf sein eigenes.

Diskussion: Aug. Schmidt-Stuttgart betont den Einfluss des Waldes auf den Hagel, lässt aber offen, inwieweit dieser Einfluss über die Feuchtigkeit zustande kommt oder über die Luftelektrizität. — Hellmann-Berlin und Meinardus betonen die Wichtigkeit der Untersuchung des Einflusses auf die Regenmenge. Schubert: das Material umfasst erst 5 Jahre. Der Einfluss scheint ein mechanischer zu sein, der Wald giebt ein Hindernis ab.

W. Meinardus-Berlin: Über Wassertemperatur-Schwankungen an den westeuropäischen Küsten. Redner unterzieht den Einfluss der Luftdruckdifferenzen längs bestimmter grösster Kreise auf die Beschleunigung des Golf- und Labradorstromes einer Untersuchung, da diese Beschleunigungen auch einen rascheren Temperaturtransport und damit einen entsprechenden Einfluss auf die Lufttemperatur und das Klima der westeuropäischen Küsten nach sich ziehen. Er stützt sich dabei auf den Buys-Ballotschen Begriff des „Übermasses", d. i. die von einer Epoche an gebildete algebraische Summe aller Abweichungen vom Werte der Epoche und findet, dass das Übermass der Golfstromtemperatur immer gegen jenes des Luftdrucks verspätet ist. Bei dem Labradorstrom kommt eine Temperaturänderung nicht in Betracht; er ist lediglich ein Kompensationsstrom und ändert nur die Menge des mitgeführten Eises.

A. Sprung-Potsdam entwickelt die Theorie einer Vorrichtung am Benndorfschen registrierenden Elektrometer, um den Registrierbereich automatisch zu erweitern. Sie besteht darin, dass bei einer bestimmten Stellung der Nadel eine geeignete Zahl von Elementen der Hochspannungsbatterie ausgeschaltet und dadurch die Potentialdifferenz zweier Quadranten ermässigt wird.

Elias-Tegel demonstriert einen Apparat, der die Gegenwart freier elektrischer Ladungen in den oberen Schichten der Atmosphäre registrieren soll.

Ad. Schmidt-Potsdam: Grundzüge eines Planes zur laufenden systematischen Bearbeitung der Beobachtungen über magnetische Störungen. Die Betrachtung der magnetischen Kurven, wie sie an gestörten Tagen registriert werden, liefert zunächst einen fast hoffnungslos verwickelten Eindruck. Dennoch lässt sich die Fülle der Erscheinungen bei näherem Eingehen und namentlich bei Heranziehen von Registrierungen mehrerer Orte und verschiedener Zeiten nach vereinfachenden Gesichtspunkten zerlegen. Man kann grosse, kleinere und kleinste Wellenzüge unterscheiden, eine Sichtung, die nicht bloss eine formale ist,

sondern durch die stete Wiederkehr sich als ein Naturphänomen kennzeichnet. So lebhaft die Bewegung ist, lässt sich eine Mittellinie zeichnen, um die die übrigen Oszillationen sich nach dem Prinzip der Superposition bewegen. Diese Mittellinie steigt von der Ruhe zu einem Extrem an und fällt dann meist asymptotisch zur Ruhe zurück, seltener erreicht sie vorher ein entgegengesetztes Extrem. Für die selbständige Natur dieser Erscheinung spricht auch der Umstand, dass die Überreste der Störung, nach Abzug jener Hauptbewegung an verschiedenen Orten jetzt sehr grosse Ähnlichkeit erhalten, während in der Gesamterscheinung dies nicht zu Tage treten kann. Ferner wird nunmehr der Störungsvektor des Restes stabil, was bekanntlich vorher durchaus nicht der Fall ist. Die Überreste erscheinen wesentlich als lokale Modifikationen der störenden Kräfte. Die Hauptbewegung erklärt sich durch die Existenz eines arktischen oder antarktischen Stromwirbels, dem nun sekundäre Wirbel beigegeben sind.

Hiernach ergiebt sich als brauchbare Grundlage für eine systematische Forschung die, aus der Gesamterscheinung eine Hauptwelle auszusondern und nunmehr diese und sodann den Überrest für möglichst grosse Gebiete der Erde einzeln zu behandeln.

Schubert-Eberswalde: Der Wärmehaushalt im festen Lande, im Meere und in der Atmosphäre. (Hierüber erscheint demnächst ein Sonderreferat in dieser Zeitschrift.)

Möller-Braunschweig: Über die atmosphärische Flut und insbesondere über die Ebbebewegung der Luft. Redner hält die zweifellos vorhandene Gezeitenbewegung der oberen Luftschichten auf das Wetter der untersten für sehr wohl von Einfluss. Süring hält dagegen die Vorgänge in den mittleren Schichten für massgebender auf das Wetter unserer Regionen.

Less-Berlin: Über die Wanderung sommerlicher Regenfälle durch Deutschland. Die Prognose auf Regen ist die unsicherste, weil die Teilminima zu einflussreich sind. Die Wanderung der Regengebiete geschieht aber keineswegs regellos. Eine Ausmessung aller Regengebiete während eines bestimmten Zeitabschnittes nach Grösse und Intensität liefert folgendes. Die Gebiete wandern von W nach E mit einer mittleren Verschiebungsgeschwindigkeit von 237 km pro Tag (gegen 642 km der zugehörigen Depressionen). Dies ist der Einfluss der sekundären Wirbel. Aus derselben Ursache heraus wird das Gebiet auch breiter, in dem die E-Grenze nur nach E, die W-Grenze oft nach W wandert. Die Intensität nimmt pro Tag um 12,8 Proz. ab, dafür die Fläche um 15 Proz. zu; die Wassermenge bleibt also nahezu konstant. In der Diskussion empfiehlt Hellmann, bedeutend mehr Material zu benutzen und durch Isochronohyeten den Regen genauer zu verfolgen. Köppen-Hamburg betont, dass Teildepressionen auch weniger Regen bringen als die Hauptdepression. Kassner rät, einzelne mehrtägige Regen gesondert vorzunehmen und macht auf den Einfluss der Seehöhe aufmerksam.

P. Polis-Aachen: Zur Niederschlagsbildung in Cyklonen, zeigt, dass die Vorderseite der Depression Tag-, die Rückseite Nachtregen hat; der tägliche Verlauf der Regenhäufigkeit ist auf beiden Seiten fast genau der umgekehrte.

Börnstein-Berlin: Über den jährlichen und täglichen Gang des Luftdrucks in Berlin, legt eine Isoplethenfläche des Luftdrucks vor, wie sie sich aus den ersten vier Gliedern der harmonischen Reihendarstellung ergiebt. In der Existenz eines jährlichen Ganges der einzelnen Koeffizientenwerte sieht er den Beweis für die physische Selbständigkeit der einzelnen Wellen.

Holdefleiss-Halle. Über die meteorologischen Ursachen des Auswinterns des Getreides. Als Ursachen des Auswinterns (Erfrierens) des Getreides führt Redner an: das Ausfaulen unter einer Schneedecke im nicht gefrorenen Boden und bei Abwesenheit von Schnee den Bodenfrost der Schichten nahe der Oberfläche, während diese selbst aufgetaut ist. Der überaus interessante Vortrag kann leider an dieser Stelle nicht weiter besprochen werden; doch sei erwähnt, dass er zur Konstituierung einer Kommission zur Untersuchung des Wassergehaltes der obersten Bodenschichten führte.

A. Nippoldt.

(Eingegangen 2. Mai 1904.)

# BESPRECHUNGEN.

**Svante August Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik.** 2 Bde. gr. 8. VIII u. 1026 S. mit über 400 Abbildungen im Text und 3 farb. Tafeln. Leipzig, S. Hirzel. 1903. Mk. 38.—

Schon vor mehr als Jahresfrist ist das vorliegende Buch erschienen, aber es wird die späte Anzeige an dieser Stelle gewiss entschuldigt werden, wenn man den überaus reichen Inhalt des Werkes sich vergegenwärtigt und ausserdem den Umstand, dass das Buch über 1000 Seiten zählt und nicht zu denen gehört, die man so leichthin durchblättert, um einen Überblick vom Inhalt zu bekommen. Der Verfasser, der selbst

auf dem Gebiete der kosmischen Physik und speziell der Physik der Atmosphäre mitten in den Forschungen steht, war gewiss wie selten jemand zur Herausgabe eines solchen Buches geeignet und es sind auch gerade diese Kapitel die gediegensten der ganzen umfangreichen Arbeit. Es kann auch keinem Zweifel unterliegen, dass ein Handbuch der kosmischen Physik, welches auf der Höhe der Zeit steht, nicht mehr vorhanden war, denn der alte Müller hat sich längst überlebt und es kann auch gewiss nicht behauptet werden, dass die Neubearbeitung, die die Verlagshandlung vor einigen Jahren veranstaltete, unter einem günstigen Sterne gestanden habe. Es ist natürlich hier nur möglich, eine kurze Übersicht des reichen Inhaltes zu geben, denn für eine eingehendere Behandlung desselben würde in dieser Rubrik völlig der Platz fehlen. Das Buch umfasst zwei mittelstarke Bände, im ersten wird die „Physik des Himmels" und die „Physik der Erde" und im zweiten „die Physik der Atmosphäre" abgehandelt. Was den ersten Abschnitt anlangt, so ist dessen Inhalt nicht die stärkste Seite des Buches, wenn auch in einer kosmischen Physik nicht gerade die mathematische Einteilung der Himmelskugel und die Chronologie eine wesentliche Rolle spielt, so wäre doch an manchen Stellen ein etwas schärferer Ausdruck am Platze gewesen. So hat gleich auf der ersten Seite das Jahr 12 Monate statt dreizehn, wie es dem Mondumlauf nach sein sollte[1]), der Unterschied zwischen siderischem und tropischem Jahr ist recht verschwommen definiert und ausserdem giebt es neben den Frühlingsäquinoktien auch ein solches im Herbst. Was der Verfasser über die Parallaxe der Gestirne und über die Bestimmung derselben sagt, bedarf an manchen Stellen der Revision bei einer späteren Auflage. — Doch es soll nicht weiter gemäkelt werden, im ganzen und zumal in den späteren Unterabteilungen auch dieses Abschnittes, die sich mehr mit den auf physikalische Vorgänge gegründeten astronomischen Forschungsergebnissen beschäftigen, wird die Auffassung klarer und richtiger, doch ist die Deklination des Nordpoles der Milchstrasse wohl um 2—3 Grad zu südlich angegeben. — Was die z. T. doch noch recht hypothetischen Ansichten über die Verteilung der Gestirne im Raum anlangt, so sind besonders die auf die Farben derselben gegründeten Angaben doch wohl etwas zu bestimmt ausgedrückt, auch wird einiges durch die noch nicht berücksichtigten Curieschen Entdeckungen modifiziert. — Dass die Bestimmung der Sonnenparallaxe durch die Venusatmosphäre erheblich beeinträchtigt werden soll, beruht wohl auf einem Missverständnis bez. des sogenannten „schwarzen Tropfens". — In den Täfelchen für die Masse, Dichte u. s. w. der Körper des Sonnensystems sollte bei der Sonne die Angabe der Masse schärfer hervorgehoben sein, durch die Stellung des Kommas wird der Nichtfachmann leicht verführt, dieselbe für nicht viel grösser als die des Jupiter zu halten. Was über die Physik der Sonne beigebracht wird, ist sehr reichhaltig und namentlich durch die Nebeneinanderstellung der verschiedensten Hypothesen interessant. Diese zeigen aber auch sehr treffend, wie wenig Zuverlässiges wir noch über die physikalischen Verhältnisse auf unserem Centralkörper wissen. Der verstorbene Rud. Wolf-Zürich ist aber doch wohl mehr Astronom als Physiker gewesen. In der Helmholtzschen Theorie über die Volumenänderung der Sonne ist vielleicht hinzuzufügen, dass im Laufe der letzten hundert Jahre mit Sicherheit eine auch nur eine Zehntel Bogensekunde betragende Änderung des Radius nicht nachweisbar ist. — Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit den übrigen Körpern des Sonnensystems und betrachtet dieselben hinsichtlich ihrer Dichte, ihrer Wärmeaufnahme und Strahlung. Die Temperatur ($t$) auf dem Monde wird nach der Formel:

$W = 0{,}768\,(T^4 - t^4)\cdot 10^{-10}$ berechnet, wo $W = 2{,}38$ die Strahlungseinheit und $T$ die Temperatur des Weltraumes ist. Für eine Stelle des Mondes, für welche die Zenithdistanz der Sonne gleich $w$ ist, erhält man:

| | | berechnet | beobachtet |
|---|---|---|---|
| $w = 0^0$ | $t =$ | $146^0$ C. | 181 |
| Für $w = 20^0$ | $t =$ | $140^0$ „ | 175 |
| $w = 50^0$ | $t =$ | $103^0$ „ | 109 |
| $w = 80^0$ | $t =$ | $-2^0$ „ | −33 |
| $w = 90^0$ | $t =$ | $-273^0$ „ | −235 |

Neuerdings von Very ausgeführte Messungen stimmen einigermassen mit den theoretischen, die ersteren sind noch in der zweiten Spalte den Täfelchen beigefügt. Die Verdoppelung der Marskanäle ist etwas kurz behandelt, sie haben gerade kosmisches Interesse, und die wohl einzig richtige Erklärung für die merkwürdige Erscheinung, sie als wesentlich optisches Phänomen aufzufassen, ist nicht erwähnt; auch bei den Erläuterungen betr. den Saturnring hätten die Seeligerschen Untersuchungen etwas stärker hervorgehoben werden können. — Ich möchte die Bemerkungen über den ersten Abschnitt aber nicht beschliessen, ohne zu betonen, dass trotz der mannigfachen Kleinigkeiten, von denen die hier erwähnten nur sporadisch herausgegriffen wurden, doch der Wert des Gesamtinhaltes nicht geschmälert wird. —

Was der Verf. über die „Physik der Erde" beibringt, ist wesentlich freier von solchen

1) Mond- und Sonnenlauf liefern eigentlich voneinander ganz unabhängige Prinzipien der Zeitmessung, wie sie auch durch das Mond- und das Sonnenjahr verwertet sind.

kleinen Verstössen, das hat eben seinen Grund darin, dass hier Verf. auf eigenem Forschungsgebiet sich befindet. — Der Unterschied zwischen dem Präzisionspendel und den Apparaten von Sterneck und von Defforges mit Bezug auf ihre Verwendung als absolute und reine Vergleichsinstrumente dürfte etwas präziser ausgesprochen sein. — In einer zweiten Unterabteilung dieses Kapitels wird die feste Erdkruste und das Erdinnere behandelt. Dahin gehören die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe, der Zustand im Innern der Erde, die Strahlung nach aussen; sodann werden besprochen: die Vulkane und in einigen weiteren Paragraphen die Erdbeben und die dahin gehörigen Erscheinungen, sowie schliesslich die Verteilung von Wasser und Land. Die Erdbebenfrage ist etwas kurz gehalten, es wäre vielleicht möglich gewesen auf die neueren Apparate zur Beobachtung der seismischen Bewegungen und auf die bisher damit erzielten Resultate, wenn auch nur statistisch, etwas näher einzugehen; das Material dazu lag bei der Abfassung des Werkes schon vor. In Unterabteilung III wird das „Meer" nach Ausdehnung, Tiefe, Verteilung des Salzgehaltes und der Temperatur, sowie bez. der hauptsächlichsten Strömungen und ihrer Veranlassung behandelt. Schilderungen über das „Meereis" und „Polareis" schliessen als getrennte Paragraphen diese Abteilung, der sich dann als IV., V. und VI. die Erläuterungen über das „Wasser auf dem Festlande", „die Wellenbewegung des Meeres und der Seen", sowie der „Wechselwirkung zwischen Land- und Seeküsten" anschliessen, womit die Physik der Erde zu Ende geführt ist. In das V. Kapitel fallen die interessanten Untersuchungen über die Gezeitenströmungen und die theoretische Behandlung durch Anwendung der sogen. „harmonischen Analyse" durch Darwin. Vielleicht hätte hier neben den ausländischen Gelehrten auch der Verdienste von Börgen um die Ausgestaltung dieser Lehre gedacht werden können, da es doch immerhin ein deutsches Buch ist, welches der Verf. geschrieben hat. — Das kleine Kärtchen, welches die Hebungen der Skandinavischen Halbinsel darstellt, ist recht instruktiv. — Der zweite Band, welcher wie schon erwähnt, ausschliesslich der Physik der Atmosphäre gewidmet ist, zerfällt in achtzehn einzelne Kapitel und enthält ausserdem die Namen — (oder Personen wie der Verf. schreibt) und Sachregister, die natürlich für ein solches Werk von der grössten Bedeutung sind. Es hätte daher das letztere wohl „gern" noch etwas ausführlicher sein dürfen. — Ref. könnte hier schon durch Aufzählung des Inhaltes der einzelnen Kapitel die Reichhaltigkeit des Werkes andeuten, doch würde damit noch keine rechte Übersicht über die Art der Behandlung erlangt sein, er muss deshalb, wenn auch der übliche Raum für die Besprechung eines solchen Werkes überschritten wird, noch einige spezielle Bemerkungen daran knüpfen. In Kapitel I: Bestandteile der Luft ist Neues nicht hinzugekommen, aber es hätte dem Phänomen des „Höhenrauches" noch einige Zeilen mehr gewidmet werden können, dagegen ist die Mitteilung der von Andrée bei seinen Ballonfahrten gefundenen Werte für die Menge der Kohlensäure interessant. Er fand

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Höhe | 0 | 380 | 1200 | Meter |
| Kohlensäure | 0,0320 | (0,0418)? | 0,0323 | Vol.-Proz. |
| Höhe | 2370 | 3200 | 3830 | Meter |
| Kohlensäure | 0,0317 | 0,0310 | 0,0370 | Vol.-Proz. |

Die „Staubzählungen" Aitkens finden sich auch hier mitgeteilt. Das zweite Kapitel ist der Sonnenstrahlung gewidmet. Es werden die Untersuchungen von Pouillet, Forbes und die neueren von Violle, Langley, Crova u. a. sowie kurz die Beschreibung der angewandten Apparate gegeben. Die Zusammenstellung der Bestimmungen der Solarkonstante ist wohl ziemlich vollständig, doch hätten in einer kosmischen Physik die Daten genauer gegeben sein können; vgl. z. B. dazu Hanns Meteorologie. — Die Stärke der Strahlung in verschiedenen Höhen wird recht anschaulich durch folgendes Täfelchen bezeichnet (nach Angström):

| Schichtdicke in Atmosph. | | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| Strahlung in Guimar | (360 m) | 1,39 | 1,17 | 1,03 |
| Strahlung in Canada | (2125 m) | 1,51 | 1,33 | 1,20 |
| Strahlung am Pic von Teneriffa . . . | (3683 m) | 1,54 | 1,37 | 1,24 |
| Schichtdicke in Atmosph. | | 4 | 5 | 6 |
| Strahlung in Guimar | (360 m) | 0,92 | 0,82 | 0,73 |
| Strahlung in Canada | (2125 m) | 1,09 | 1,00 | — |
| Strahlung am Pic von Teneriffa . . . | (3683 m) | 1,14 | 1,05 | 0,97 |

Der Einfluss der Reinheit der Luft in höheren Schichten ist hier deutlich zu bemerken. —

Es wird dann in diesem Kapitel noch die Periode der Sonnenstrahlung nach der Jahreszeit und der Zenithdistanz der Sonne für einen bestimmten Erdort ausführlich besprochen und die theoretische Sollzahl mit dem Beobachtungsergebnis verglichen. Das III. Kapitel umfasst nur wenige Seiten und ist der Wärmeausstrahlung gewidmet; dagegen ist im IV. Kapitel die Temperatur der Erdoberfläche sowohl nach ihrem jährlichen als auch täglichen Verlaufe eingehend behandelt; auch die Temperatur in Tiefen bis 70 und mehr Metern findet Erwähnung. Zwei Diagramme mit den Geothermen und Aërothermen geben eine gute Erläuterung des Textes. Ausführlicher noch ist in Kapitel V die Temperatur der Luft behandelt und in Kapitel VI der Druck der Luft und seine Schwankungen. Es kann über diese beiden Kapitel hier schneller hinweggegangen werden,

da sie im wesentlichen die wichtigsten Daten aus dem vorzüglichen Hann'schen Werke wiedergeben, sie sind deshalb aber auch in der mehr auf das Allgemeine gerichteten Darstellungsweise des Verfassers nicht weniger lesenswert. — Auch von den folgenden Kapiteln bis zum X. gilt ähnliches, sie beschäftigen sich der Reihe nach mit dem Wassergehalte der Atmosphäre (soweit es gasförmigen Aggregatzustand hat), den Wolken und Niederschlägen, den Winden und den Wirbelbewegungen in der Luft, mit welcher Betrachtung dann schliesslich die Möglichkeit einer begründeten Wettervorhersage abgehandelt wird. Mit Recht bemerkt der Verfasser am Schlusse dieser praktischen Auseinandersetzungen, wie schwierig eine auch nur auf kurze Zeit vorausgehende Prognose der Witterung ist; aber der Satz, dass die Erhaltungstendenz derselben einfach mit der Dauer selbst wachse, ist doch wohl nicht ganz richtig. Es giebt sicher gewisse Maxima dieser Tendenz, die allerdings von örtlichen Verhältnissen und auch von dem Charakter der jeweilig herrschenden Witterung selbst abhängen mögen, die aber gewiss nach ihrer Überschreitung wieder einen Umschlag der Witterung wahrscheinlicher machen. Es würde eine gar nicht unverdienstliche Sache sein, diesen Verhältnissen an der Hand ausgedehnter Beobachtungsreihen näher nachzugehen. — Das Kapitel XI enthält die theoretischen Grundlagen für die dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre; wie der Verfasser in der Vorrede sagt, verdankt er diesen Teil des Werkes H. Sandström, der selbst die Entwickelungen von Lord Kelvin weitergeführt und die Resultate seiner Untersuchungen in einer Schrift „Über die Beziehungen zwischen Temperatur und Luftbewegung in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen" niedergelegt hat.[1])

Die dort z. T. mit Bjerknes Formeln gegebenen Berechnungen und Entwickelungen bilden einen erheblichen Teil dieses Kapitels. Sie führen zu einigen Leitsätzen betreffend die Cirkulation der Luftmassen und geben z. T. einen Anhalt über die Entstehung der cyklonalen Bewegungen in dem Luftmeere. Im übrigen schliesst sich dieses Kapitel an die Untersuchungen von J. Thomson, Ferrel, Helmholtz, Guldberg, Mohn, Sprung u. a. an, aber es muss hier wegen spezifischer Daten auf das Original verwiesen werden. — Im Zusammenhang mit den theoretischen Entwickelungen steht der Inhalt des nächsten Kapitels, welches in kurzen Zügen die Einwirkung des Windes auf die Erdoberfläche darstellt. Es werden hier auch die sogen. Wanderdünen besprochen und auch die mehrfach vorgekommenen Transmissionen von Staub und Sand auf sehr weite Entfernungen hin, z. B. der Erscheinungen dieser Art vom 9. bis 12. März 1901. — Kapitel XIII behandelt die Gewitter; neben dem mehr statistischen Material, welches über die Erscheinungen bei Gewittern gesammelt worden ist und sich auf die Form der Wolken, die Niederschläge und die jährlichen und täglichen Perioden derselben bezieht, ist besonders von Interesse der Paragraph über die Entstehung der Gewittererscheinungen. Derselbe giebt die Erklärung auf Grund der neueren Ionentheorien, deren Resultate sich allerdings auch mit den älteren Anschauungen teilweise decken.[1]) Der Verfasser sagt: „Die Luft enthält bekanntlich eine gewisse Menge von positiven und negativen Ionen, deren Anzahl stark mit der Höhe über dem Boden zunimmt. Diese Ionisierung der Luft wächst auch mit der Bestrahlung. Die Ionen dienen als Kondensationskerne für den Wasserdampf, besonders die negativen. Auf diese Weise entsteht eine Scheidung der positiven und negativen Ionen, welche letzteren vorzugsweise zur Erde transportiert werden und dieser eine negative Ladung erteilen, wogegen die Luftschichten einen Überschuss an positiver Elektrizität zurückbehalten. Wolkenmassen, die sich in ziemlicher Höhe bilden, werden eine starke Ladung erhalten." Dadurch sind die Bedingungen für die elektrischen Entladungen offenbar gegeben. — Auch auf den Unterschied zwischen Wärme- und Kältegewittern lässt sich die Theorie anwenden. — Die auf Hagelbildungen, das in seiner Wirkung noch recht problematische Wetterschiessen und die Begleiterscheinungen mancher Gewitter, als Tromben, Tornados u. s. w. gerichteten Erläuterungen bilden den Schluss dieses Kapitels. —

Bevor der Verfasser auf die übrigen Phänomene, welche mit der atmosphärischen Elektrizität zusammenhängen, eingeht, schiebt er in den Kapiteln XIV und XV das ein, was als meteorologische Akustik und Optik bezeichnet werden kann. Es wäre vielleicht besser gewesen, die Erläuterungen über das Gewitter hinter diese Kapitel zu stellen und so das, was mit der Elektrizität der Luft zusammenhängt, auch räumlich beisammen zu haben. Kapitel XIV behandelt den Schall, dessen unter gewissen Verhältnissen sehr weite Hörbarkeit, das Echo und die eigentümlichen Laute, welche als singende Felsen u. dergl. bekannt sind. Ref. vermisst die Erwähnung des in der Ost- und auch Nordsee nicht seltenen „Seeschiessens" (Mistpoeffers oder wie es sonst genannt wird). Das Phänomen ist nicht nur an offene Meere gebunden, sondern auch mehrfach am Bodensee beobachtet worden. Die Erklärungen dafür sind jedenfalls durch plötzliche Volumenänderungen gewisser Luft-

1) Vgl. Meteorolog. Zeitschr. 1902, S. 161 ff.

1) Vgl. Hann, Meteorologie, S. 667 ff.

massen zu geben, ob die Veranlassung dazu aber in elektrischen oder anderen Umständen (lokalen Winden o. dgl.) gesucht werden muss, ist noch sehr fraglich. Wesentlich ausführlicher ist die meteorologische Optik behandelt. Bei der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes sind besonders auch Reimanns Untersuchungen angeführt; doch fehlt eine Erwähnung der terrestrischen Refraktion und deren Abhängigkeit von Luftzustand und Entfernung. Dagegen sind die anormalen Brechungen, Luftspiegelungen u. s. w. kurz erwähnt. Die Erscheinungen des Regenbogens, der Nebensonnen u. s. w. werden sowohl theoretisch als auch statistisch ausreichend berücksichtigt, ebenso das Dämmerungsphänomen und die z. T. in sehr hohen Luftschichten zustande kommenden, dahin gehörigen Erscheinungen (Krakataoausbruch u. s. w.). Eine spezielle Domäne des Verfassers ist das Gebiet der Luftelektrizität, sofern man dieselbe als einen stehenden Zustand der Atmosphäre betrachtet (die Gewitter sind ja schon früher behandelt). Dementsprechend bleibt auch den Kapiteln XVI und XVII, welche diesem Gegenstande und dem Polarlicht gewidmet sind, kaum noch etwas hinzuzufügen, sie dürften den Gegenstand erschöpfend und dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechend behandeln. Das Schlusskapitel XVIII ist dem Erdmagnetismus und seinen verschiedenen Erscheinungsformen gewidmet. Das statistische Material ist recht vollständig vorhanden und namentlich durch gute Diagramme erläutert, doch hätte vielleicht der theoretischen Seite dieses Gebietes noch etwas mehr Platz gewährt werden können. Doch trotz allem, was Ref. Gelegenheit gegeben war, in dieser ausführlichen Besprechung noch als wünschenswert zu erwähnen, ist in diesem wichtigen und höchst verdienstlichen Werke eine überaus reiche Fülle von Wissen niedergelegt. Es konnte das ja von dem als Träger einer der Nobelpreise neuerdings viel und in weiteren Kreisen genanntem Verfasser auch gar nicht anders erwartet werden. Nur verhältnismässig sehr wenig wird eine spätere Auflage nachzubessern oder zu vervollständigen haben. L. Ambronn.

**Reinhold Proell, Über den hydraulischen Wirkungsgrad von Turbinen bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und Pumpen.** gr. 8. IV u. 28 S. mit 8 Figuren und 3 Tafeln. Berlin, Julius Springer. 1904. M. 1,60.

Das flott geschriebene Werkchen verfolgt den Zweck, dem Konstrukteur beim Entwerfen einer Turbine oder Pumpe lange numerische Rechnungen und zeitraubendes Probieren zu ersparen. Nach geeigneter Umformung der bekannten Gleichungen für den hydraulischen Wirkungsgrad werden aus den Resultaten einige einfache Diagramme abgeleitet. Dieselben gestatten dann, unter Vermeidung nicht ausführbarer Werte, in kürzester Zeit alle zum Entwurfe notwendigen Grössen, z. B. Schaufelwinkel, Umfangsgeschwindigkeit, Querschnitte usw., so zu ermitteln, dass ein möglichst grosser theoretischer Wirkungsgrad erzielt wird. In vier Teilen werden Axialturbinen und Axialpumpen, Radialturbinen und Radialpumpen behandelt. Dabei ergeben sich interessante Vergleiche zwischen den einzelnen Maschinengattungen bezüglich ihres theoretischen Wirkungsgrades, die allerdings zum Teile schon bekannt sind. Das Büchlein kann Konstrukteuren und Studierenden aufs wärmste empfohlen werden.

R. Lorenz.

(Eingegangen 5. Januar 1904.)

## Personalien.

**(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)**

Es habilitierten sich: Dr. Elis Strömaren für Astronomie in Kiel, Oberingenieur Konrad Zehme für elektrischen Bahnbau in Charlottenburg.

Es erhielt den Professortitel: Privatdozent Dr. G. Kümmel in Rostock.

Es wurden ernannt: Privatdozent Dr. W. Gintl und Adjunkt O. Gras, beide in Prag zu ausserordentlichen Professoren, Ingenieur Rinkel an der Handelshochschule in Köln zum Professor.

Es wurden berufen: Prof. Dr. Roessler, Maschineningenieur, und Privatdozent Dr. Wohl, organischer Chemiker, beide aus Berlin als etatsmässige Professoren an die technische Hochschule in Danzig.

## Gesuche.


### The Victoria University of Manchester (Owens College).

**A. Harling Research Fellowship in Pure or Applied Physics** of the Value of £ 125 is offered. Candidates must give evidence of being able to conduct an independent research, state if possible the nature of the research they intend to pursue, under the direction of the Professor of Physics (Dr. A. Schuster), and give particulars of their previous training and education.

Applications should be sent in not later than 13 June to the Registrar, from whom details of conditions may be obtained.


Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.